

Hobby skoop

NIEUWS VOOR HOBBYISTEN EN RADIO-AMATEURS

NR.25 NOVEMBER 1978

PHILIPS

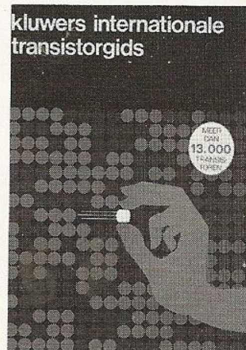
technische boeken komen van kluwer



transistorhandboeken

De serie transistorhandboeken van J.H. Jansen bestaat uit vier delen, t.w. deel 1 – De transistor als lineaire versterker, deel 2 – De transistor als schakelelement, deel 3 – De transistor als LF-versterker en deel 4 – De transistor als HF-versterker.
Het fenomeen transistor met al zijn facetten en toepassingen komt in deze serie handboeken aan de orde, waarbij er in het bijzonder op gelet is de inhoud toegankelijk te maken voor zowel de technicus als de elektronica-amateur.
In deze serie worden voorts een groot aantal praktische schakelingen behandeld, die men zou kunnen beschouwen als een oefening voor de technicus om zijn verworven theoretische kennis te toetsen aan de praktijk terwijl deze schakelingen zich tevens lenen als bouwontwerpen voor degenen, die zich in hun vrije tijd met de elektronica bezighouden.
Deel 1 en deel 2 zijn reeds verschenen, deel 3 en deel 4 verschijnen binnenkort.

kluwers internationale transistorgids



Iedereen die met transistoren te maken heeft – student, hobbyist, elektronicus, inkoper, leraar of serviceman – heeft van een specifieke transistor waarvan alleen het typenummer bekend is, vaak ook de elektrische gegevens nodig.
Behalve deze gegevens wil men dan ook nog weten waar de desbetreffende transistor te koop is.
En wat wellicht nog belangrijker is (in het bijzonder voor typen die niet meer leverbaar zijn) een indicatie voor een vervangingstype dat nog wél leverbaar is.
Dit transistornaslagwerk biedt een uitgebreid overzicht van de voornaamste basisgegevens van meer dan 13000 transistoren, en verder gegevens omtrent:
Bedrijfswaarden; karakteristieken; omhullingen; aansluitschema's; toepassingsgebieden; fabrikanten; vervangingstypen (zowel Europees als Amerikaans).
Het naslagwerk is internationaal van opzet en behandelt niet alleen transistoren van Amerikaanse en Europese oorsprong, maar ook uit het Verre Oosten (Japan).

bestelbon

Te zenden in open enveloppe (zonder postzegel) aan:

Kluwer Technische Boeken B.V.
Antwoordno. 7
Deventer

voor België:
Kluwer Technische Boeken N.V.
Santvoortbeeklaan 2123
2100-DEURNE-ANTWERPEN

Ondergetekende wenst te ontvangen van de uitgever/boekhandel
. . . ex. J.H. Jansen Transistorhandboek – dl. 1 ƒ 25,50 B.frs. 415
. . . ex. J.H. Jansen Transistorhandboek – dl. 2 ƒ 25,50 B.frs. 415
. . . ex. J.H. Jansen Transistorhandboek – dl. 3 ca. ƒ 25,50 B.frs. 415
. . . ex. J.H. Jansen Transistorhandboek – dl. 4 ca. ƒ 25,50 B.frs. 415
. . . ex. Kluwers Internationale Transistorgids ƒ 32,50 B.frs. 525

Naam: ______________________________
Straat: ______________________________
Woonplaats: ______________________________
Datum: ______________________________
Handtekening: ______________________________



kluwer technische boeken



Hobby skoop

NIEUWS VOOR HOBBYISTEN EN RADIO-AMATEURS

Uitgave van Philips Nederland B.V. waarin nieuwe ontwikkelingen in de elektronica die interessant zijn voor amateurs en hobbyisten, gepubliceerd worden. Onder meer wordt aandacht besteed aan nieuwe toepassings- en combinatiemogelijkheden van Philips onderdelenpakketten.
Deze uitgave verschijnt vier maal per jaar en is gratis verkrijgbaar bij de speciaalzaken in elektronica-onderdelen.
Toezending per post kan uitsluitend geschieden na storting of overschrijving van *f* 5,– per vier nummers op postrekening 1143600 ten name van Philips Nederland B.V. te Eindhoven, onder vermelding van: abonnement Hobbyskoop. Adreswijzigingen worden verwerkt indien de verbeterde adresband wordt geretourneerd.
Correspondentie betreffende de inhoud van Hobbyskoop kunt u richten aan Philips Nederland B.V., Redactie Hobbyskoop, Boschdijk 525, VB 1-36, 5600 PD Eindhoven.

Als u technische problemen heeft of aanvullende informatie wilt, kunt u schrijven of bellen naar Philips Nederland B.V., Gagelstraat gebouw GC 150, 5600 PD Eindhoven (Tel. 040-757479).

De abonnementenadministratie van Hobbyskoop is telefonisch bereikbaar onder nummer 040-782652.
Het adres is: Philips Nederland B.V., Administratie Hobbyskoop, Boschdijk 525, VB 1-34, 5600 PD Eindhoven.

Voor algemene informatie over het Philips hobbyprogramma kunt u schrijven of bellen naar Philips Nederland B.V., Afdeling Bouwdozen, VB 11-6, 5600 PD Eindhoven (Tel. 040-782427).



Bij de omslagfoto en verder

Iedere hobbyist kent het vreugdevolle moment als zijn zelfgemaakte toestel de eerste levenstekenen geeft. Zo'n situatie is afgebeeld op de voorpagina. Een jonge doe-het-zelver heeft met betrekkelijk geringe kosten en moeite de laatste hand gelegd aan een installatie met 2 x 6 W stereoversterker NL 3410 en een stereotuner bestaande uit afstemeenheid NL 1380 + stereodecoder NL 1303 + voedingseenheid NL 2705. Voor deze laatste combinatie is juist een nieuwe kast uitgekomen. Door de bescheiden prijs, prima kwaliteit en de moderne kasten oefenen deze toestellen vooral grote aantrekkingskracht uit op de jonge hobbyisten.
Verder en belangrijker nieuws wordt gevormd door de nadere informatie omtrent een aantal onderdelenpakketten, welke werden geïntroduceerd tijdens de zo succesvolle Firato: een moderne zoekafstemming en een bijbehorende maar ook in combinatie met andere apparatuur bruikbare gestabiliseerde voedingseenheid, een 120 W eindversterker voor grote ruimten en veel geluid van goede kwaliteit, voorts een stereo limiter en enige drievoudige scheidingsfilters.
Er is luidsprekernieuws en het eerste deel van een uitgebreid artikel over geluidszuilen. Een paar interessante schakelsuggesties en tips kunnen de experimenteerliefhebbers weer volop werk bezorgen. En uiteraard de Theorie voor Hobbyisten, waarmee nu vrij diep wordt ingegaan op de aard en mogelijkheden van IC's, of wel geïntegreerde schakelingen.

Nieuwe onderdelen pakketten

Een van de belangrijke functies van Hobbyskoop is het de in elektronica geïnteresseerde lezers op de hoogte houden van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van bouwpakketten voor elektronische apparatuur. Ook deze keer is weer een aantal interessante onderdelenpakketten aan de reeks toegevoegd.
Ze werden al geannonceerd in de „Programma Hobbyskoop" die in september is uitgekomen, maar een uitgebreide beschrijving is in dat programmanummer niet op z'n plaats. Daarom behandelen we in dit nummer

- een elektronische zoekafstemming, waarmee deze modernste afstemmethode ook binnen het bereik van de hobbyist is gekomen.
- een gestabiliseerde voedingseenheid voor FM-afstemeenheden met diodeafstemming, speciaal ontwikkeld voor toepassing met bovengenoemde zoekafstemming, maar ook los te gebruiken bij daartoe geschikte diodeafstemeenheden.
- een 120 W eindversterker, waarvoor ongetwijfeld grote belangstelling is voor gebruik in zaaltjes en andere grote ruimten, onder meer in combinatie met de mengversterkereenheden.
- HiFi FM-afstemeenheid voor mengversterkers.
- stereo limitereenheid voor het begrenzen van uitgangsspanningen, speciaal voor geluidsinstallaties met microfoon(s), waar ongewenste „uitschieters" verwacht kunnen worden.
- nieuwe drievoudige scheidingsfilters te gebruiken bij combinaties van woofers, squawkers en tweeters.

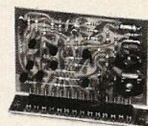
Deze nieuwe onderdelenpakketten zijn inmiddels bij de bekende leveranciers verkrijgbaar.

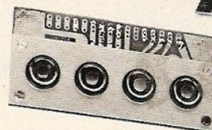
NL 1308 zoekafstemming

Tot voor kort was het afstemmen van een radio altijd een mechanische zaak, waarbij door een afstemknop via snaren en katrollen bij voorbeeld een afstemcondensator werd ingesteld, terwijl tevens een wijzer werd bediend die langs een schaalverdeling loopt. Er zijn tegenwoordig moderne methoden, vooral door de komst van de afstemdioden. De meest geavanceerde techniek is wel de elektronische zoekafstemming, waarbij de draaibare afstemknop is vervallen en heeft plaats gemaakt voor aanraaktoetsen. Deze afstemmethode voor FM is nu ook binnen het bereik van de hobbyist gekomen door de introductie van het onderdelenpakket NL 1308, (zie schema afb. 1) dat moet worden toegepast in combinatie met de gestabiliseerde voedingseenheid NL 2720 (zie schema afb. 2). Zoals gezegd wordt afstemming hier verkregen door middel van aanraaktoetsen. In deze eenheid zijn vier van deze aanraaktoetsen aangebracht en wel voor de volgende functies:

- snelle afstemming van hoge naar lage frequenties
- snelle afstemming van lage naar hoge frequenties
- langzame afstemming van hoge naar lage frequenties
- langzame afstemming van lage naar hoge frequenties

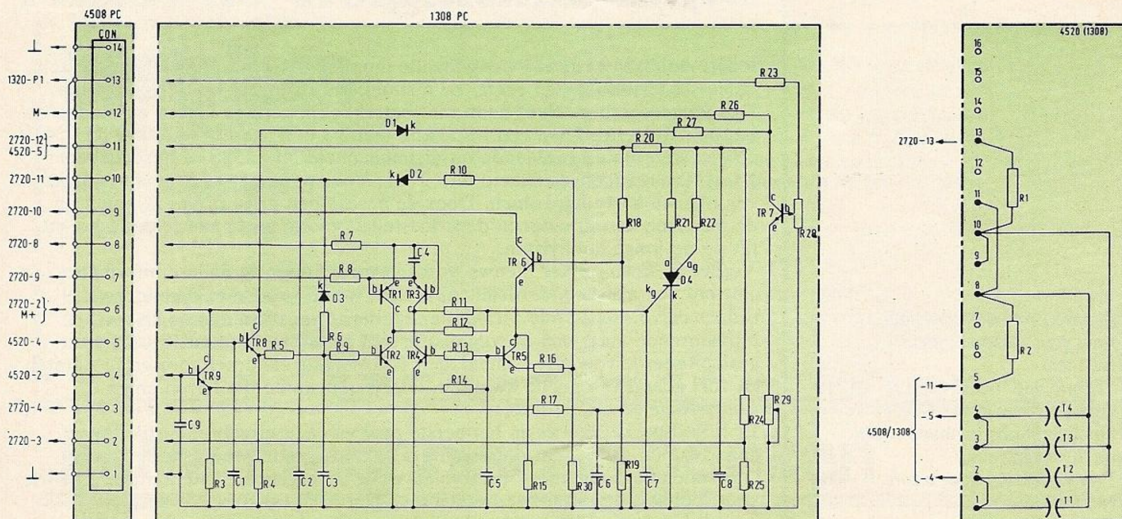
Bij bediening van de snelle toetsen blijft, op het moment dat de toets wordt losgelaten, de afstemming altijd juist op een zender staan. Bij gebruik van de langzame toetsen



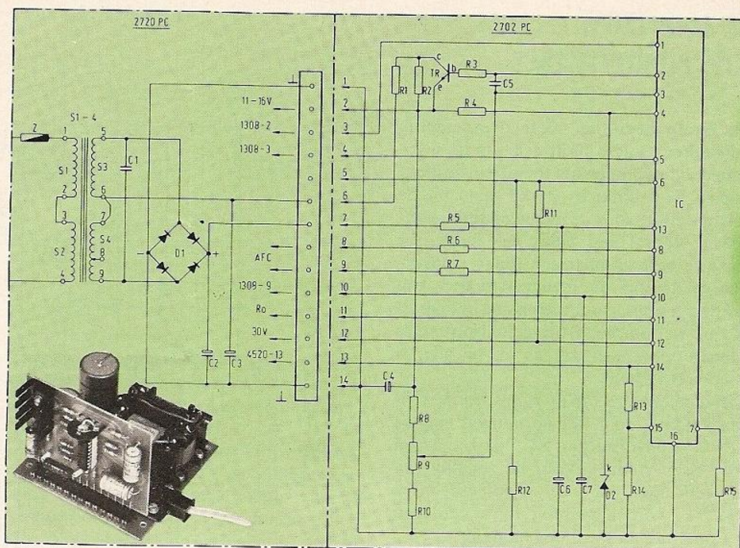


NL 1308

Afb. 1. Schema van schakeling en aansluitingen NL 1308



blijft de afstemming steeds even staan op elke zender om daarop naar de volgende zender door te lopen. Als juist tijdens de korte wachttijd bij een zender de toets wordt losgelaten, blijft de afstemming daarop staan.
Om te weten op welke frequentie de afstemming zich bevindt, is een meter bijgevoegd met een frequentieschaaltje dat loopt van 87,5 tot 104 MHz; de FM-band dus.
De zoekeenheid van deze schakeling bestaat uit een montageplaatje met gedrukte bedrading dat rechtop in een daarvoor bestemd contactblokje kan worden gestoken. Dit contactblokje wordt nu (via een verloopplaatje) op de bodem van kast of freem gemonteerd.
De aanraaktoetsen worden eveneens op een montageplaatje aangebracht en dit wordt direct achter de frontplaat opgesteld, daar waar een goede plaats voor de bediening is. Bijgeleverd wordt een mat geeloxeerd aluminium sierplaatje, zoals dat ook bij de aanraakschakelaar NL 1319 wordt geleverd.



- NL 1308 *f* 75,— Bruto, incl. O.B.

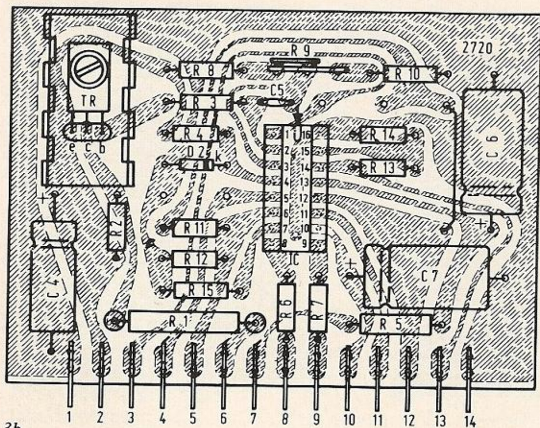
Afb. 2. Schema voedingseenheid NL 2720

NL 2720 gestabiliseerde voedingseenheid voor diodeafstemming

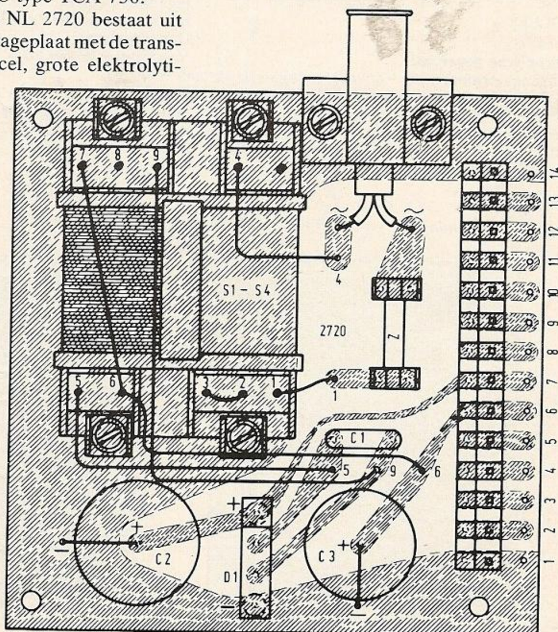
Een probleem dat zich bij afstemeenheden met diodeafstemming nogal eens kan voordoen is dat de gewenste maximum afstemspanning niet in overeenstemming is met de voedingsspanning; met name dat de gewenste afstemspanning hoger is dan de voedingsspanning. Voor de optimale werking van de afstemeenheden zijn daarom twee spanningen nodig, die dan ook door de NL 2720 geleverd worden. Behalve de voedingsspanning, instelbaar tussen 11 en 16 V (200 mA) is een afstemspanning van 30 V (5 mA) beschikbaar. Deze NL 2720 kan in principe „los" bij elke daartoe geschikte diodeafstemeenheid gebruikt worden. Bovendien is hij in het bijzonder ontworpen voor de zoekafstemming NL 1308, die uitsluitend met deze voedingseenheid gecombineerd mag worden.
De reden waarom juist deze voedingseenheid bij de NL 1308 gebruikt moet worden is dat de schakeling van de voedingseenheid speciale voorzieningen heeft om samen met de NL 1308 de zoekafstemming te realiseren. Deze schakeling is voornamelijk ondergebracht in het IC type TCA 750.
De voedingseenheid NL 2720 bestaat uit twee delen: één montageplaat met de transformator, gelijkrichtcel, grote elektrolytische condensatoren en zekering (afb. 3a); de tweede is een montageplaat met de IC TCA 750, de eindtransistor BD 437 en enige kleine onderdelen (afb. 3b). De laatste montageplaat, die veel kleiner is dan de eerste, wordt in een contactblokje gestoken dat zich op de grote montageplaat bevindt. Op afb. 3a rechts is het contactblokje aangegeven waarin de insteekmontageplaat wordt gestoken.

- NL 2720 *f* 110,— Bruto, incl. O.B.

Afb. 3a en b. Werktekeningen van de NL 2720



3b



3a

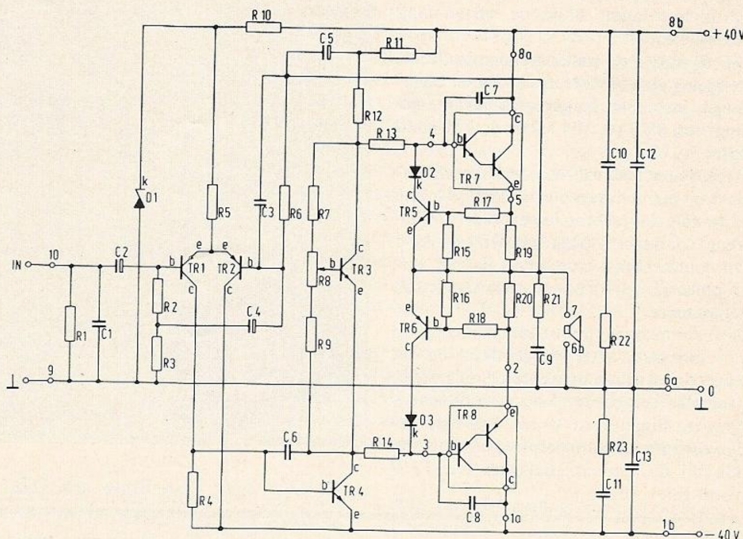
NL 3610 120W HiFi eindversterker

De Firato heeft het weer overduidelijk aangetoond: audio blijft een van de favoriete hobbies binnen het totaal van de elektronica. Het blijkt in sterke mate uit de belangstelling voor de mengversterkereenheden. Vooral hier bleek een duidelijke vraag te bestaan naar een flinke eindversterker die bij de mengversterkers kan worden gebruikt voor toepassing in zaaltjes en ook wel om het grote geluidsniveau te kunnen opbrengen dat „in" is bij allerlei disco-activiteiten.

Aan die behoefte kan nu ruimschoots worden voldaan door het uitbrengen van de 120 W eindversterker NL 3610, die aan HiFi-eisen voldoet. Voor de voeding van de versterker kan de voedingseenheid NL 2711 worden gebruikt, die al eerder in het programma werd opgenomen.

Naast het grote vermogen is een van de bijzonderheden van deze versterker een uitstekende weergave van de lage tonen (> 10 Hz) en het ontbreken van inschakelverschijnselen. Dit is het resultaat van het gebruik van een symmetrische voedingsspanning van +40, 0, –40 V; een uitgangselco kan op die manier achterwege blijven.

Bij het samenstellen van het pakket is, zoals bij de Philips onderdelenpakketten gebruikelijk is, uitsluitend gebruik gemaakt van geavanceerde kwaliteitsonderdelen. Zo zijn Darlingtons als eindversterker-transistors toegepast, met twee flinke profielkoelplaten. Mede daardoor is een stabiele werking van de gehele schakeling gewaarborgd.



Afb. 4. Schema NL 3610

Technische gegevens:

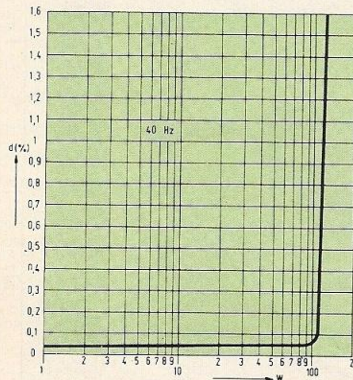
Uitgangsvermogen bij 1% vervorming: 120 W (4 Ω), bij 0,1% vervorming: 100 W (4 Ω); 70 W (8 Ω).
Frequentiegebied: <10 Hz...>100 kHz (–3 dB).
Vervorming: <0,1% tussen 20 Hz en 20 kHz bij 100 W.
Intermodulatievervorming: 0,28%, gemeten met 40 Hz en 10 kHz in verhouding van 4 : 1 bij 100 W equivalent vermogen.
Stoorniveau: – 100 dB t.o.v. 100 W (met kortgesloten ingang).
Gevoeligheid: 775 mV, voor volle uitsturing.
Ingangsimpedantie: 100 kΩ.
Belastingsimpedantie: minstens 4 Ω.
Dempingsfactor: 75.
Voedingsspanning: 80 V, symmetrisch (– 40 V, 0, + 40 V).
Stroomverbruik: 2,25 A maximaal (bij 4 Ω).
Afmetingen montageplaat: 103 x 92 x 15 mm.
Afmetingen koelplaten (2 stuks): 142 x 100 x 25 mm.

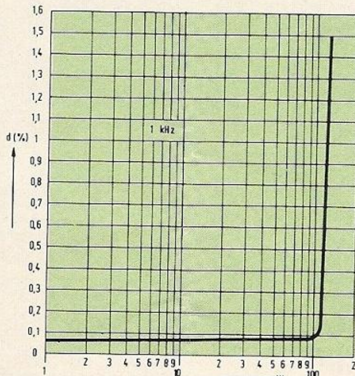


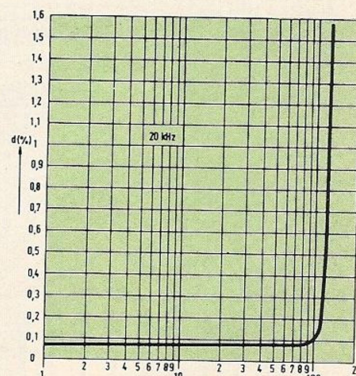
Montageplaat NL 3610

- NL 3610 *f* 175,— Bruto, incl. O.B.

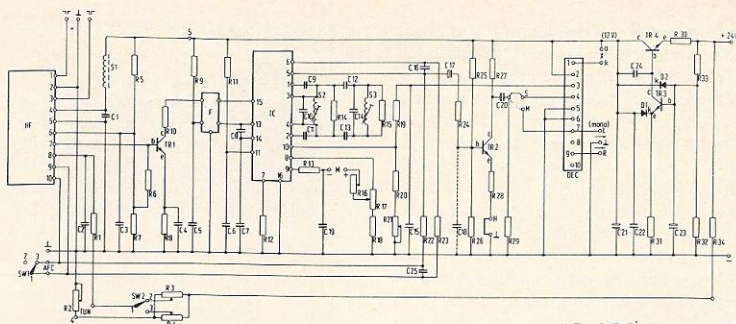
Afb. 5. Vervormingscurven bij 40 Hz, 1 kHz en 20 kHz.







NL 3702 HiFi FM-afstemeenheid


Afb. 6 Schema NL 3702

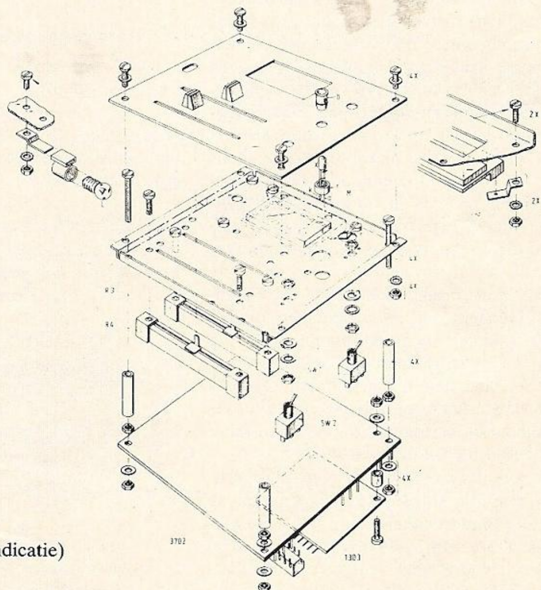
Bij disco-installaties wordt vaak de behoefte gevoeld, om ook over radio-ontvangst te beschikken. Men kan dan bij voorbeeld een radiotoestel naast de installatie zetten en daarvan de muziek aftappen. Ook is het mogelijk om van een bouwpakket een tuner samen te stellen, waarbij wat geïmproviseerd moet worden voor wat de mechanische kant van de opstelling betreft. De FM-afstemeenheid NL 3702, nu speciaal voor dit doel ontwikkeld, is bedoeld voor aansluiting op een voorversterkereenheid NL 7307 of de NL 7607 uit de serie mengversterkers. Deze afstemeenheid is bestemd voor HiFi-ontvangst van FM-zenders.
HiFi stereo-ontvangst kan worden verkregen door uitbreiding met decoder NL 1303. Hiertoe wordt een speciale connector bijgeleverd. De afstemeenheid bevat een gemonteerd en afgeregeld hoogfrequentiegedeelte met viervoudige diode-afstemming en een middenfrequent gedeelte met een geïntegreerde schakeling en een vijfvoudig keramisch filter. Afstemming vindt plaats met behulp van schuifpotentiometers. Dubbele afstemmogelijkheid met keuzeschakelaar waardoor tijdens ontvangst van een zender op een tweede zender kan worden afgestemd. De duidelijke schaalverdeling bij elke knop en de forse, goed verlichte afstemindicator maken een vlotte afstemming mogelijk. Het freem en de indicatieplaat hebben tweemaal de breedte van de standaardafmetingen, maar passen verder bij de freems en indicatieplaten van de andere eenheden uit deze serie.

Het schema

Het schema van deze afstemeenheid is aangegeven in afb. 6. De reeds gemonteerde en afgeregelde hoogfrequent-eenheid (HF) is geheel links getekend. De antenne (300 ohm) wordt aangesloten tussen de punten 1 en 3; een 75 ohm antenne kan worden aangesloten tussen 1 en 2 of tussen 2 en 3 (afscherming aan 2).
De voedingsspanning voor HF wordt toegevoerd aan de punten 4 en 5. Deze spanning is ontkoppeld met behulp van het smoorspoeltje S 1 en de condensator C 1.
De vier afgestemde kringen in de hf-eenheid bevatten afstemdioden waarvan de capaciteit gevarieerd kan worden met een gelijkspanning op punt 8, afkomstig via R 1 en de keuzeschakelaar SW 2, van de schuifpotentiometer R 3 of de andere schuifpotentiometer R 4 (afhankelijk van de stand van SW 2). Instelpotentiometer R 2 dient om het regelgebied van R 3 en R 4 in te stellen. De uitgang van de hf-eenheid, de punten 6-7, is verbonden met een middenfrequent bandfilter dat zich in de eenheid bevindt. Het mf-signaal wordt versterkt door transistor TR 1 en daarna toegevoerd aan een vijfvoudig keramisch filter F dat zorgt voor de selectiviteit van de afstemeenheid.
Versterking vindt plaats met behulp van de geïntegreerde schakeling (IC) die, samen met de uitwendige onderdelen die op de punten 1, 3, 4 en 2 zijn aangesloten, ook zorgt voor de demodulatie. Het laagfrequent signaal is beschikbaar aan punt 5 van de IC en wordt nog versterkt door transistor TR 2 die tevens een buffer vormt tussen de demodulator en de uitgang voor een decoder of een laagfrequent-versterker. De rechthoek rechts in het schema stelt een contactblokje voor waarin de decoder NL 1303 gestoken kan worden. Indien deze niet wordt gebruikt bereikt het lf-signaal via de (gestippelde) doorverbinding C 20-M het aansluitpunt L (links/mono). Bij gebruik van de decoder NL 1303 dient de doorverbinding C 20-M te vervallen en wordt het lf-signaal, via de doorverbinding C 20-S, toegevoerd aan punt 4 van deze decoder.
Deze decodeert het stereo-lf-signaal in twee afzonderlijke signalen die beschikbaar komen aan 7 (links) en aan 9 (rechts).

Technische gegevens

Frequentiegebied	: 87-106 MHz
Gevoeligheid (26 dB, 300 ohm, 15 kHz zwaai)	: 3 µV
Spiegelonderdrukking	: 75 dB
Afgestemde kringen	: 4 (3x h.f.)
Middenfreq. gedeelte	: 5-voudig keramisch filter
Geïntegreerde schakeling	: TCA 420
Uitgangsspanning	: 150 mV
Vervorming	: < 0,2%
AFC	: uitschakelbaar
Decoder	: NL 1303
Afstemindicator	: ingebouwd
Voedingsspanning	: 24 V (gestabiliseerd)
Stroomverbruik	: 55 mA (zonder decoder), 98 mA (met decoder en LED-indicatie)
Ingangsimpedantie	: 75 of 300 ohm
Afmetingen indicatieplaat	: 133 x 126 mm
Inbouwdiepte	: ca. 60 mm


Afb. 7 Montage NL 3702

De condensator C 18 (gestippeld) tussen b-TR 2 en massa verzorgt de de-emphasis bij mono; bij gebruik van de decoder NL 1303 dient C 18 te vervallen. De transistors TR 3 en TR 4 zorgen ervoor dat de voedingsspanning die in mengversterkers beschikbaar is (24 V) wordt teruggebracht naar 12 V zoals nodig is voor het voeden van de afstemeenheid (en eventueel de decoder). De afstemspanning (op R 3 en R 4) wordt via R 34 echter rechtstreeks van de 24 V voedingsspanning afgenomen. De afstemindicator M wordt op de IC (8 en 9) aangesloten en kan worden ingesteld met behulp van de instelpotentiometers R 16 en R 17.

• NL 3702 *f* 275,— Bruto, incl. O.B.

NL 3717 stereo limiter eenheid

Microfoons vormen heel vaak de schakel waaraan in de totale keten van de geluidsinstallatie de meeste zorg en aandacht wordt besteed. Dat komt omdat hier het punt is waar de natuur als het ware in de techniek overgaat. Natuurlijk geluid wordt hier omgezet in een elektrisch signaal, dat vervolgens in voor- en eindversterker op het vereiste niveau wordt gebracht. Bij radio en grammofoon is die stap van natuur naar techniek al voor ons gezet en de specifieke moeilijkheden zijn daar al opgelost, we krijgen het signaal elektrisch gezien al in z'n definitieve vorm voorgeschoteld en hoeven het alleen maar „op te warmen".

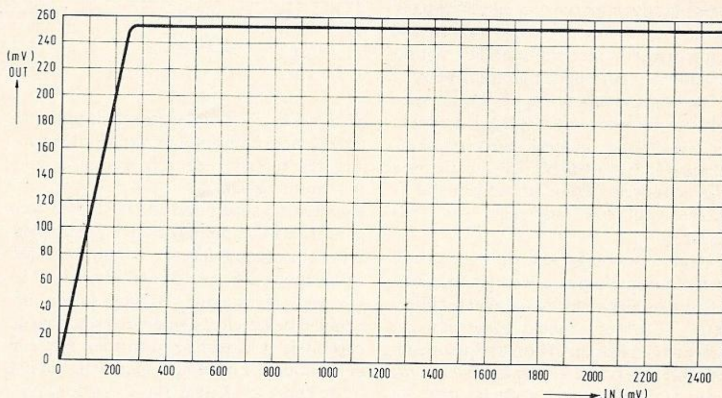
Bij de geluidsinstallatie compleet met microfoon ligt dat anders. Daar kunnen grote verschillen ontstaan in de uitgangsspanningen van de microfoon, afwijkingen die hun oorzaak in diverse omstandigheden kunnen hebben zoals: verschil in sprekers, onverwachte stemverheffing, dynamiek in muziek en dergelijke. De microfoonvoorversterker NL 7305 is hierop berekend. Zelfs een 20-voudige toename van de ingangsspanning (= de microfoonuitgangsspanning) heeft geen oversturing van de versterking en daardoor extra vervorming tot gevolg.

Het gedeelte van de schakeling vóór de niveauregelaar kan zelfs toenamen tot het 700-voudige verwerken, namelijk van 0,5 mV tot 350 mV. Dit neemt echter niet weg dat zelfs dan de uitgangsspanning van deze voorversterker nog grote tot zeer grote verschillen kan vertonen, en wel vanaf nominaal 250 mV tot ca 5000 mV.

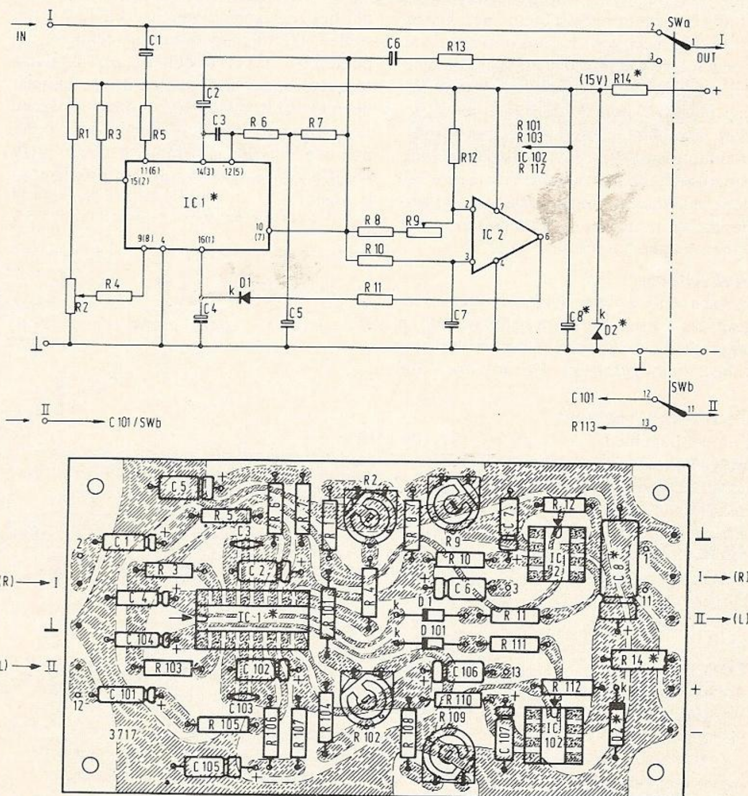
Het is onder meer voor het verder begrenzen van die uitgangsspanningen dat de nieuwe limitereenheid NL 3717 is ontwikkeld. Deze begrenst namelijk het signaal tot een vooraf ingesteld niveau (meestal 250 mV). Daaronder geeft de begrenzer het signaal normaal door, maar daarboven blijft de uitgangsspanning 250 mV, met behoud uiteraard van het karakter van het signaal.

Bij toepassing van de limitereenheid moet de microfoonvoorversterker eerst met uitgeschakelde limiter worden ingesteld op de te verwachten of gewenste signaalsterkte door middel van de niveauregelaars. De ongewenste uitschieters worden dan netjes door de limiter opgevangen. Het is bepaald **niet** de bedoeling om de niveauregeling van de microfoonvoorversterker vol open te zetten om daarna al het werk door de limiter te laten doen. Het is de combinatie van de twee die het goede resultaat geeft.

• NL 3717 *f* 87,50 Bruto, incl. O.B.



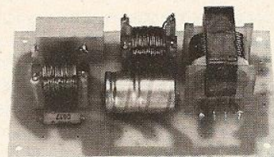
Afb. 8. De regelkarakteristiek van de NL 3717 bij een instelling van 250 mV.

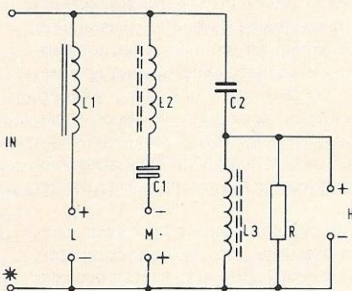


Afb. 9. Schema en werktekening NL 3717.

NL 4131 en NL 8131 nieuwe drievoudige scheidingsfilters

In de tijd dat nog vrijwel alleen de lagetonen luidspreker met een standaard luidspreker werd gecombineerd, was het scheidingsfilter afgestemd op de frequentie van 500 Hz.
Gestimuleerd door FM-radio en HiFi-grammofoonplaten is de „tweeter" zijn intrede gaan doen, om voor een adequaat bereik in de hoge tonen mee te kunnen. Toen kwam er een scheidingsfilter van 5000 Hz bij. Het huidige Philips programma omvat dan ook 4 Ω en 8 Ω filters voor 500 of 5000 Hz, te weten: NL 4102, NL 4111, NL 8102 en NL 8111.
Daarnaast zijn er 4 Ω en 8 Ω filters verkrijgbaar voor eenvoudiger combinaties, waarin een woofer wordt gecombineerd met een tweeter; de filters NL 4121 en NL 8121.
De frequenties van 500 Hz en van 5000 Hz krijgen in deze filters bij de scheiding een afval van 12 dB per octaaf. Daardoor ontstaat dus een flinke, duidelijke scheiding





Afb. 10 Schema driewegscheidingsfilter NL 4131/8131.

tussen hoog en laag. Deze filters zijn dan ook ideaal bij allerlei experimenten met luidsprekercombinaties. Driewegcombinaties kunnen worden gemaakt door een 500 Hz en een 5000 Hz filter te combineren; dezelfde afval van 12 dB/octaaf blijft behouden. Het is echter voor tal van driewegcombinaties bepaald niet nodig deze 12 dB per octaaf aan te houden. Vooral tussen „laag" en „midden" kan bij vele luidsprekers worden volstaan met 6 dB per octaaf. Het daarvoor benodigde filter kan dan uiteraard eenvoudiger zijn. Daarom is nu een compleet driewegfilter in de uitvoering van 4 Ω en van 8 Ω uitgebracht, dat voor vele luidsprekertoepassingen uitstekend voldoet.
De afval tussen „midden" en „hoog" is wel op 12 dB/octaaf gehandhaafd om het filter ook voor het gebruik van dome tweeters geschikt te houden.

Bij de filters wordt een weerstand van 8,2 Ω of van 15 Ω geleverd bij respectievelijk de 4 Ω en 8 Ω uitvoering. Deze weerstand moet worden gebruikt om de gevoeligheid aan te passen van bij voorbeeld de luidspreker type AD 0163/T8 of T 15; zie de hieronder genoemde aanbevolen luidsprekers.

Technische gegevens

	NL 8131	NL 4131
Ingangsimpedantie	8 Ω	4 Ω
Uitgangsimpedantie	8 Ω	4 Ω
Scheidingsfrequentie	500 en 4000 Hz	500 en 4000 Hz
Afval bij scheiding laag/midden	6 dB/octaaf	6 dB/octaaf
Afval bij scheiding midden/hoog	12 dB/octaaf	12 dB/octaaf
Belastbaarheid	100 W	100 W
Afmetingen	ca 116x65x40 mm	ca 116x65x40 mm

- NL 4131 *f* 47,50 Bruto, incl. O.B.
- NL 8131 *f* 47,50 Bruto, incl. O.B.

Aanbevolen luidsprekers

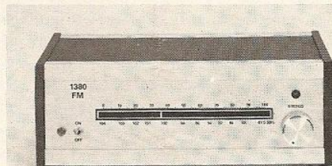
Woofers	AD 8061/W AD 8066/W AD 1065/W AD 10100/W AD 1265/W AD 12100/W	
Squawkers	AD 5060/Sq AD 0211/Sq	
Tweeters	AD 0141/T	zonder weerstand
	AD 0163/T*	met weerstand
	AD 01605/T*	met weerstand
	AD 01610/T*	met weerstand
	AD 2245/T	zonder weerstand

* 8 Ω met weerstand van 8,2 Ω parallel voor 4 Ω luidsprekercombinatie, of 15 Ω met weerstand van 15 Ω parallel voor 8 Ω luidsprekercombinatie; (andere luidsprekers 4 Ω voor 4 Ω combinaties of 8 Ω voor 8 Ω combinaties).

NIEUW

Kast voor afstemeenheid NL 1380

Al eerder is in Hobbyskoop extra aandacht gevraagd voor de voordelige afstemeenheid NL 1380. Gecombineerd met de stereodecoder NL 1303 en de kleine voedingseenheid NL 2705 vormt deze eenheid een complete FM stereotuner van goede kwaliteit tegen een heel gunstige prijs.
De combinatie is ongetwijfeld nog aantrekkelijker geworden nu er ook een kast voor beschikbaar is. De firma Gully te Loosdrecht heeft deze kast voor de complete FM stereotuner (NL 1380/ NL 1303/ NL 2705) uitgebracht onder typenr. ML 250 FM. In afmetingen en opmaak past deze behuizing bij de kast ML 250 H/6 voor de bekende 2 x 6 W versterker NL 3410.
De kast wordt geleverd met geperforeerde bodem- en achterplaat, een bedrukte indicatieplaat met MHz schaal en een „logging" schaal van 1-100.
Verder omvat het pakket onder meer een afstemtrommeltje, wijzer en schaalkoord.
Voor nadere gegevens: vraag uw leverancier.



De nieuw uitgebrachte kast ML 250 FM is in uitvoering uniform aan de kast type ML 250/H6 voor de 2x6 W versterker NL 3410.

Federatie De Jonge Onderzoekers en Zelfwerkzaamheid

Gedurende de afgelopen zomer is in het Evoluon de Tiende Europese Philips Finale voor Jonge Onderzoekers en Uitvinders gehouden.
Naar aanleiding daarvan brengen we vanaf deze plaats ook onze lezers nog eens op de hoogte van het bestaan van een onafhankelijke organisatie die jonge mensen de mogelijkheid biedt zich te oriënteren op het terrein van wetenschappelijke en technische ontwikkelingen en problemen, met daarbij de nadruk op de zelfwerkzaamheid.
Deze organisatie is de Federatie Jonge Onderzoekers.
Onder meer exploiteert deze federatie:
- 8 jeugdlaboratoria: laboratoria waar jongelui onder deskundige begeleiding veelsoortige experimenten kunnen doen.
- het maandblad DJO: een uniek tijdschrift, speciaal gericht op het zelf doen van experimenten.
- een informatiecentrum voor alle wetenschappelijke en technische vragen.

Landelijk Bureau: Groesbeekseweg 70, Nijmegen, tel. 080-229549.

Theorie voor hobbyisten

theorie van elektriciteit en elektronica populair uitgelegd

12

De laatste twee afleveringen van deze rubriek waren gewijd aan de transistor als schakelaar. Het bleek dat een transistor niet alleen gebruikt kan worden als versterker van signalen, maar ook als elektronische schakelaar. Dat opende geheel nieuwe wegen. Voorlopig laten we de a-, bi- en monostabiele multivibrators echter even wat ze zijn: elementen die zo'n belangrijke rol spelen in de moderne computertechnieken. In dit hoofdstuk keren we terug tot de transistor als versterker, om vervolgens een uitstapje te maken naar de bouwelementen die de transistor steeds verder naar de achtergrond dringen: de geïntegreerde schakelingen.

Een transistor is een ding met drie pootjes

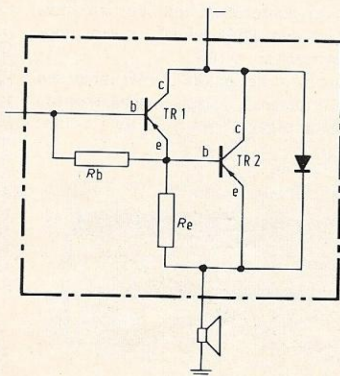
Als u wel eens een transistorhandboek hebt doorgebladerd, zal het u opgevallen zijn dat er zoveel verschillende transistors bestaan. Grote, kleine, PNP of NPN, met een grote of een kleine versterking, geschikt om kleine signalen veel te versterken of om een groot vermogen af te leveren. Ze hebben eigenlijk maar één ding gemeen: drie aansluitingen, die we emitter, basis en collector plegen te noemen (we hebben het nu uitsluitend over de gewone transistors, en niet over MOS- en veldeffecttransistors).

In een schakeling komt een transistor zelden alleen voor. Van een versterker wordt bij voorbeeld verlangd dat hij een zwak signaal voldoende versterkt, maar ook dat hij een zeker vermogen kan leveren aan een luidspreker of iets dergelijks. Deze twee functies kunnen doorgaans niet door één transistor worden vervuld. Een transistor die veel kan versterken, is in het algemeen niet in staat een behoorlijk vermogen te leveren. En een typische vermogenstransistor heeft meestal een geringe versterking. Daarom bestaat een vermogensversterker doorgaans uit twee nogal innig gekoppelde transistors, waarvan de eerste veel versterkt en de tweede veel vermogen kan leveren.

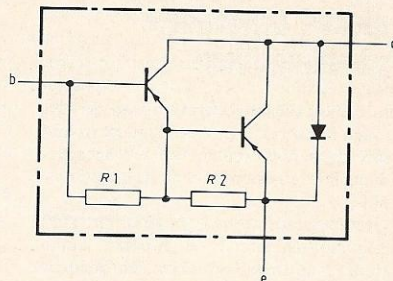
Zo'n combinatie van twee transistors kan eruit zien zoals in afbeelding 1 vereenvoudigd is getekend. Transistor TR_1 is een „kleine" transistor die als emittervolger is gebruikt. Hoewel een emittervolger geen spanningsversterking levert, geeft hij wel stroomversterking. De emitterstroom is dus vele malen groter dan de basisstroom waarmee TR_1 gestuurd wordt. Die emitterstroom wordt gebruikt om de tweede transistor te sturen. Ook deze „grote" transistor is als emittervolger gebruikt; de weerstand van de luidspreker-spreekspoel doet hierbij dienst als emitterweerstand (in werkelijkheid zal de luidspreker nooit direct in de emitterleiding worden opgenomen omdat dan ook de emittergelijkstroom door de spreekspoel gaat, waardoor ernstige vervorming ontstaat en de luidspreker een goede kans maakt het loodje te leggen; het gaat maar even om het idee).

Ook de tweede transistor geeft geen spanningsversterking, maar wel stroomversterking. De emitterstroom van TR_2 is dus weer een aantal keer groter dan zijn basisstroom. Het resultaat van dit alles is dat de emitterstroom van TR_2 meer dan duizendmaal zo groot kan zijn als de basisstroom van TR_1. Doordat de spanningsversterking van een emittervolger altijd kleiner dan 1 is, zullen deze twee gekoppelde emittervolgers geen spanningsversterking geven. Maar dat wordt ruimschoots goedgemaakt door de grote stroomversterking. Als we de spanningsversterking gemakshalve even op 1 stellen en de stroomversterking van de combinatie bedraagt 1200, dan is de **vermogensversterking** 1 x 1200 = 1200. De schakeling kan dus 1200 x meer vermogen aan de luidspreker leveren dan nodig is om de basis te sturen.

De schakeling van afbeelding 1 noemt men een **Darlington**-schakeling.



Afb. 1. Darlington schakeling



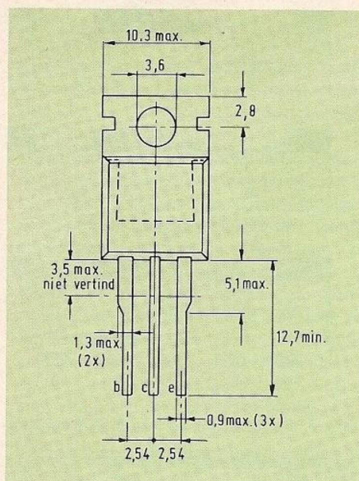
Afb. 2. Geïntegreerde schakeling

Een Darlington heeft ook drie pootjes

Omdat zo'n combinatie van een kleine en een grote transistor in de praktijk vaak van pas komt, heeft men ernaar gestreefd deze schakelingen kant-en-klaar te fabriceren. Beide transistors worden volgens dezelfde methode gefabriceerd op schijfjes silicium (chips). Geraffineerde technieken maken het echter mogelijk niet alleen de transistors, maar ook de benodigde weerstanden op één en hetzelfde schijfje silicium aan te brengen. Alle onderdelen van afbeelding 1 zijn dan geïntegreerd.

Afbeelding 2 toont het schema van zo'n **geïntegreerde schakeling,** om precies te zijn de Darlington BD 646. Het is duidelijk dat deze geïntegreerde schakeling elektrisch identiek is aan de gewone schakeling van afbeelding 1. Er is echter iets merkwaardigs met de Darlington van afbeelding 2: hij heeft maar drie aansluitingen want er zijn maar drie punten waar we van buitenaf bij moeten kunnen. Dat zijn achtereenvolgens de basis van de eerste transistor (voor het stuursignaal), de doorverbonden collectors van beide transistors (voor de negatieve voedingsspanning) en de emitter van de tweede transistor (voor het aansluiten van de belasting). Een Darlington heeft dus ook maar drie pootjes, net als een transistor. Vandaar dat die drie aansluitingen aangeduid zijn met b, c en e, ofwel basis, collector en emitter. Sterker nog: een Darlington ziet er van buiten uit als een gewone vermogenstransistor, zoals uit de maatschets van de BD 646 blijkt, die in afbeelding 3 is weergegeven.

Hoewel zo'n Darlington een echte, zij het eenvoudige geïntegreerde schakeling is, gedraagt hij zich als een normale vermogenstransistor. Het enige verschil is dat de Darlington een veel grotere stroomversterking heeft dan een gewone vermogenstransistor. Voor de BD 646 bedraagt die maar liefst 1500 maal, vergeleken met 50 à 100 maal voor een gewone vermogenstransistor.

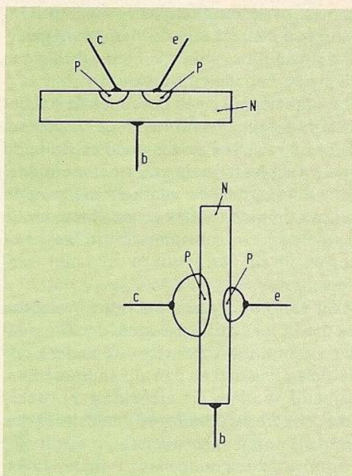


Afb. 3. Maatschets van de Darlington BD 646

De BD 646 gedraagt zich als een Darlingtonschakeling met PNP-transistors en wordt daarom een PNP-Darlington genoemd. Net als bij gewone transistors is het echter ook mogelijk NPN-Darlingtons te fabriceren. Een voorbeeld is de BD 645, waarvan in afbeelding 4 het inwendige schema is getekend. Deze Darlington heeft precies dezelfde eigenschappen als de BD 646; alleen lopen alle stromen de andere kant op.

Een stukje geschiedenis

Hoewel een geïntegreerde Darlington is opgebouwd uit een aantal onderdelen die tegelijk zijn gefabriceerd op één schijfje silicium, wordt hij toch niet tot de echte geïntegreerde schakelingen gerekend, vooral niet omdat hij in de praktijk kan worden beschouwd als een normale vermogenstransistor met een grote stroomversterking. We hebben de Darlington ten tonele gevoerd om de meest in het oog lopende voordelen van integratie naar voren te brengen: de geringe omvang, de eenvoudige montage en de lage kosten. Bovendien is de geïntegreerde Darlington iets van de laatste jaren. Daarom laten we de Darlingtons verder met rust en gaan we een eindje terug in de geschiedenis, om vandaar in vogelvlucht de situatie van nu te benaderen.

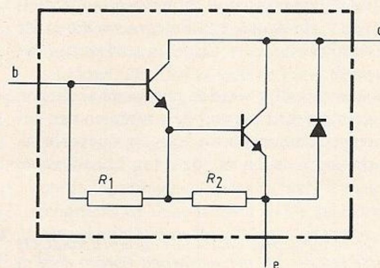


Afb. 5. Puntcontacttransistor (boven)
Afb. 6. Lagentransistor (onder)

Wat heeft het nu voor zin de Darlingtonschakeling van afbeelding 1 te integreren? Dat blijkt duidelijk als we het aantal soldeerpunten van de schakeling van afbeelding 1 tellen. De transistors hebben ieder drie aansluitingen en de weerstanden en de diode ieder twee. In totaal moeten dus twaalf aansluitingen gesoldeerd worden. Bij de geïntegreerde Darlington zijn dat er maar drie. Deze is dus sneller en met minder kans op (soldeer)fouten te monteren. Bovendien neemt de geïntegreerde Darlington veel minder plaats in. Alle onderdelen zijn ondergebracht in eenzelfde omhulling als de eindtransistor van afbeelding 1 heeft. Daardoor kan de schakeling compacter worden gemonteerd.

Heel belangrijk is ook dat de kosten van een geïntegreerde Darlington aanzienlijk lager kunnen zijn dan die van een identieke schakeling die uit „losse" onderdelen is opgebouwd. Het aantal fabricagestappen en de gebruikte technieken bij het maken van een geïntegreerde Darlington wijken nauwelijks af van die voor een normale vermogenstransistor. Dit betekent dat de prijs van een geïntegreerde Darlington niet veel hoger hoeft te zijn dan die van een gewone vermogenstransistor. Voor de schakeling van afbeelding 1 zijn twee weerstanden, een diode en twee transistors nodig, die ieder afzonderlijk gefabriceerd, gecontroleerd en van een omhulling voorzien moeten worden.

Tenslotte is nog van belang dat alle onderdelen van de geïntegreerde Darlington thermisch met elkaar gekoppeld zijn doordat ze zich allemaal op hetzelfde siliciumschijfje bevinden. Daardoor kan de thermische stabiliteit groter zijn, zodat de eigenschappen van de schakeling minder veranderen onder invloed van temperatuurvariaties.



Afb. 4. Schema van de Darlington BD 645

Alle transistors zijn opgebouwd uit drie laagjes halfgeleidermateriaal, germanium of silicium. Die laagjes zijn afwisselend van P- en van N-halfgeleidermateriaal. De manier waarop men tot die drie laagjes kan komen is sinds 1948, het jaar waarin Bardeen en Brattain de transistor ontdekten, nogal veranderd. De eerste transistors, die voor zeer hoge prijzen op de markt verschenen, waren zogenaamde **puntcontacttransistors.** De P-zones ontstonden hierbij rond twee dunne draadjes, die men dicht bij elkaar op een schijfje N-germanium vastsmolt (zie afbeelding 5). Een dergelijke transistor was dus van het PNP-type.

Wat later ontwikkelde men een legeringstechniek om **lagentransistors** te vervaardigen. Aan weerszijden van een dun laagje N-germanium smolt men een bolletje indium vast. Daardoor drong een aantal indiumatomen door in het N-materiaal, waardoor zones van P-materiaal werden gevormd (zie afbeelding 6). Ook hierbij was sprake van een PNP-transistor, die echter heel wat meer kon verdragen dan de kwetsbare puntcontacttransistor.

We zullen hier niet alle transistortechnieken in extenso bespreken, en alleen constateren dat de twee hier beschreven technieken en een aantal van de technieken die we verder niet zullen beschrijven, alleen geschikt zijn voor het maken van **discrete** transistors; individuele transistors dus, die ieder in een afzonderlijk huisje worden ondergebracht.

In het begin van de zestiger jaren was de transistortechniek echter zover gevorderd, dat men op een schijfje silicium met een doorsnee van enkele centimeters een groot aantal transistors tegelijk kon maken. Na de fabricage werden al die transistors losgesneden en afzonderlijk in een omhulling gemonteerd. Van het maken van een groot aantal identieke transistors op één schijfje naar het maken van een aantal verschillende transistors, die onderling werden verbonden, was maar een klein stapje.

De techniek die men hiervoor gebruikt vertoont veel overeenkomst met de methode die men gebruikt om clichés te maken. In de afbeeldingen 7 en 8 hebben we de principes van die methode schematisch weergegeven.

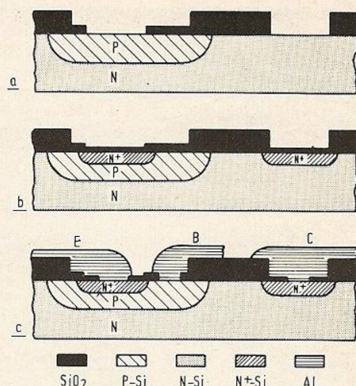
Geïntegreerde schakelingen

De verschillende zones worden tot slot van een aansluiting voorzien door het opdampen van aluminium geleiders (zie afbeelding 8c). Er is nu een NPN-transistor ontstaan, waarvan de collector wordt gevormd

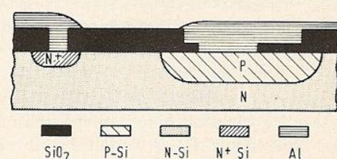
door het oorspronkelijke N-silicium. Om een goed contact met de aluminium geleider mogelijk te maken is hierin rechts een kleine N+-zone gediffundeerd.
Het opmerkelijke van deze techniek is dat men de plaats, de grootte en de diepte van de P-, N- en N+-zones goed in de hand heeft. De plaats en de grootte door middel van de fotografische maskers die worden gebruikt om de fotolak te belichten, en de diepte door het silicium schijfje langer of korter in de diffusieoven te laten verblijven.
Maar er is nog een groot voordeel van deze methode, namelijk dat men door middel van etsen en diffunderen ook andere onderdelen kan maken dan alleen transistors, namelijk dioden (zie afbeelding 9), weerstanden (zie afbeelding 10) en zelfs kleine condensatoren. De weerstand wordt gevormd door een dunne laag P-materiaal en als condensator kan men een diode gebruiken, die in sperrichting is aangesloten. Al deze onderdelen kan men door middel van aluminium sporen met elkaar verbinden. Er is nog één probleem, namelijk dat al die onderdelen zijn aangebracht in dezelfde laag N-silicium en dus allemaal contact met elkaar maken. De oplossing die men hiervoor heeft gevonden is getekend in afbeelding 11, De N-laag, waarin later alle onderdelen worden gevormd, laat men groeien op een schijfje P-silicium (zogenaamde **epitaxie**). Rondom ieder gebiedje waar een onderdeel moet worden gevormd laat men nu eerst een diepe P-diffusie plaatsvinden (b). Alle later gevormde onderdelen zijn dus rondom én aan de onderkant geïsoleerd door een zone P-materiaal. Weliswaar is P-silicium geen isolator, maar de P-gebieden en de „epitaxiale" N-eilandjes vormen samen een diode. Door middel van een spanning in sperrichting zorgt men ervoor dat die diodes niet geleiden, dus isoleren.

Klein beginnen

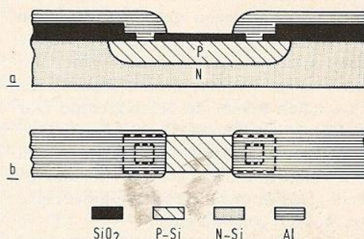
De techniek die wij hiervoor hebben beschreven, de zogenaamde planair-epitaxiale techniek, is ontwikkeld uit de technieken die men toepaste bij de fabricage van discrete transistors. Het spreekt vanzelf dat men niet meteen begonnen is met het integreren van complexe schakelingen met tientallen transistors. Daarvoor moest men eerst alle stadia van het proces tot in de details beheersen. En dat is een kwestie van jaren.
Aanvankelijk werden alleen schakelingen geïntegreerd waarbij de voordelen van geringe afmetingen en laag energieverbruik opwogen tegen de toen nog hoge kosten.



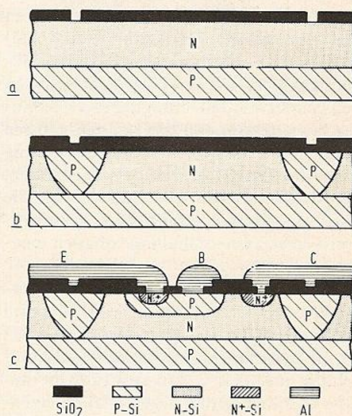
Afb. 8. Vervaardiging van een N-P-N transistor



Afb. 9. Vervaardiging van een diode

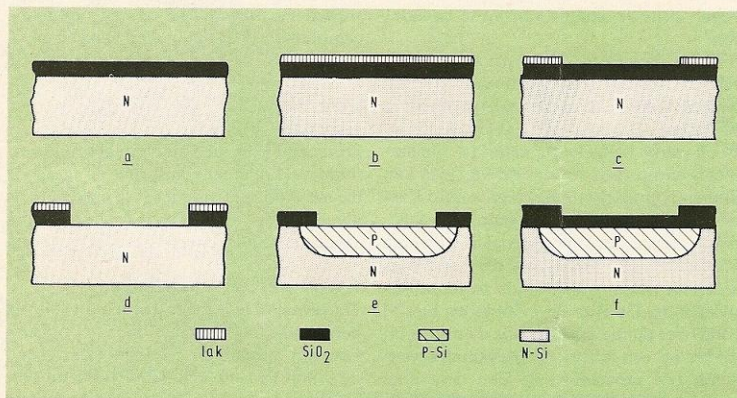


Afb. 10. Doorsnede en bovenaanzicht van een weerstand van een laagje P-silicium



Afb. 11. Het isoleren van de elementen van een geïntegreerde schakeling

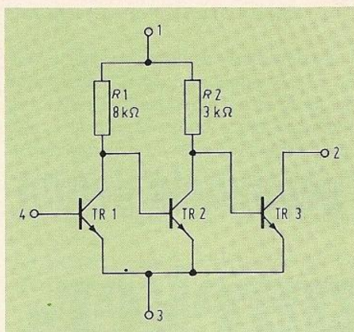
Afb. 7. Schematische voorstelling van de stadia bij de fabricage van geïntegreerde schakelingen. Op een schijfje N-geleidend silicium wordt door middel van stoom bij een temperatuur van meer dan 1100 °C een laagje siliciumoxide (SiO_2) gevormd (a). Siliciumoxide noemen we in het dagelijks leven glas, een materiaal dat, zoals bekend, goed isoleert. Op dit laagje SiO_2 wordt vervolgens een laag fotolak aangebracht (b). Het schijfje silicium met de laag fotolak wordt nu belicht via een masker; de niet-belichte gedeelten van de fotolak worden opgelost en de lak die op de belichte plaatsen overblijft wordt gehard (c). Vervolgens wordt op de plaatsen die niet beschermd zijn door de geharde, belichte fotolak het laagje SiO_2 weggeëtst, waardoor het N-silicium vrij komt (d). Nu kan ook de resterende fotolak worden verwijderd (e). Het schijfje silicium wordt nu in een oven gebracht met een temperatuur van bijna 1200 °C en een atmosfeer waarin zich borium bevindt. Op de plaatsen die niet beschermd worden door de laag SiO_2 dringen boriumatomen in het silicium binnen, waardoor dit wordt omgezet in P-silicium. Hoe langer het proces duurt, des te dieper zullen de boriumatomen in het siliciumkristal binnendringen. Men noemt dit diffusie. Men kan nu het hele proces van oxideren (f), fotolak aanbrengen, belichten via een (ander) masker, fotolak wegnemen, SiO_2-laag wegetsen en diffunderen een of meer keer herhalen. Op die manier kan bij voorbeeld in de P-zone weer een N-zone worden gevormd, waardoor een NPN-transistor ontstaat, zoals afbeelding 8 laat zien. Hier is volgens de beschreven methode in de P-zone een N+-gebied gevormd (N+-materiaal heeft een grotere concentratie dan N-materiaal; dat is nodig om als het ware het aanwezige P-materiaal te overheersen).



Eén van de eerste geïntegreerde schakelingen die Philips in de handel bracht was de OM 200, een in onze ogen simpele versterker met drie transistors en twee weerstanden, die werd toegepast in hoortoestellen. Die konden daardoor een stuk kleiner zijn dan voorheen het geval was. Afbeelding 12 toont het schema van deze versterker en afbeelding 13 is een bovenaanzicht van de geïntegreerde schakeling. De drie transistors zijn duidelijk te zien, ieder in hun eigen „eilandje" (omgeven door isolerende zones). De lichte gedeelten zijn de aluminium verbindingssporen. De drie emitters zijn verbonden met het grote aansluitvlak midden-boven. In het onderste eiland zijn de twee weerstanden aangebracht, die links met elkaar en met een aansluitvlakje zijn verbonden.

De geïntegreerde schakelingen worden met een groot aantal tegelijk op een schijfje silicium gemaakt. Later worden ze losgesneden en in een omhulling ondergebracht, waarbij verbindingsdraadjes worden aangebracht tussen de aansluitvlakjes en de pennen of draden die aan de omhulling bevestigd zijn.

Doordat men de integratietechniek steeds beter leerde beheersen, kon men steeds meer onderdelen van een schakeling integreren, zonder dat de „uitval" bij de produktie te groot werd. Op het ogenblik kan men schakelingen met tienduizenden transistors integreren op een silicium oppervlak van een vierkante centimeter of minder,



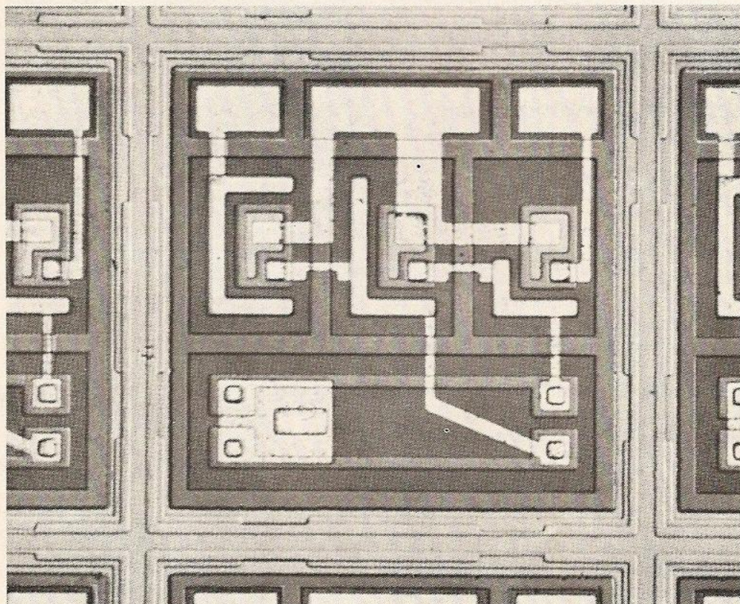
Afb. 12. Schema versterker met OM 200

zoals de bekende microprocessors. Het hoeft geen betoog dat een dergelijke complexe schakeling eigenlijk niet meer kan worden opgebouwd uit losse onderdelen. Zelfs al zou een transistor maar een dubbeltje kosten, dan zou men alleen al voor zo'n tweeduizend gulden transistors moeten aanschaffen. Die zouden allemaal gemonteerd moeten worden, wat natuurlijk ook geld kost. Daarbij komen dan nog alle andere onderdelen, zoals de weerstanden. Een dergelijke, uit discrete onderdelen opgebouwde processor zou dan ook vele tienduizenden guldens kosten en bovendien een flinke ruimte in beslag nemen. Een microprocessor daarentegen meet maar een paar centimeter en kost slechts enkele tientjes.

Langzamerhand is er dus een situatie ontstaan waarbij het er niet alleen meer om gaat dat een geïntegreerde schakeling kleiner en goedkoper is dan een zelfde schakeling die uit losse onderdelen is samengesteld. Nee, de integratietechnieken hebben het mogelijk gemaakt schakelingen te produceren die op conventionele manier eenvoudigweg niet verwezenlijkt zouden kunnen worden. De integratietechniek heeft dus geheel nieuwe wegen geopend.

In de volgende aflevering zullen we terugkeren tot de minder ingewikkelde geïntegreerde schakelingen, die ook door elektronica-hobbyisten steeds meer worden gebruikt.

Afb. 13. Bovenaanzicht geïntegreerde schakeling OM 200

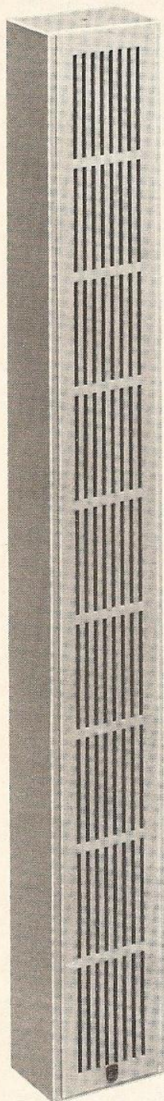


Firato '78

De ware elektronikaliefhebber zal bij het bezoeken aan een tentoonstelling als de Firato zeker aan de doe-het-zelf activiteiten aandacht schenken. Veelal komt hij zelfs in de eerste plaats daarvoor.

Dat er van deze categorie velen waren gekomen bleek wel uit de geweldige belangstelling voor de Philips hobbyisten-stand. Een onverminderde interesse voor radio en audio, voor „klassieke" elektronica en voor de nieuwste ontwikkelingen op elektronisch gebied. Het blijkt wel dat voor elke generatie opnieuw een wereld van mogelijkheden opengaat, wanneer de eerste stappen op het doe-het-zelf pad van de elektronika worden gezet. Maar ook veel met de materie reeds jaren vertrouwde elektronica-hobbyisten kwamen zich van de nieuwste stand van zaken op de hoogte stellen.

Het blijkt wel: de elektronika is een springlevend terrein om naar hartelust in te experimenteren, te studeren en te bouwen. Overigens, aan de vervulling van die behoeften wil ook Hobbyskoop een steentje bijdragen en op de Firato mocht geconstateerd worden dat ook de belangstelling voor deze uitgave onverminderd doorgaat.



Voor goed gebundeld geluid

Luidspreker-zuilen

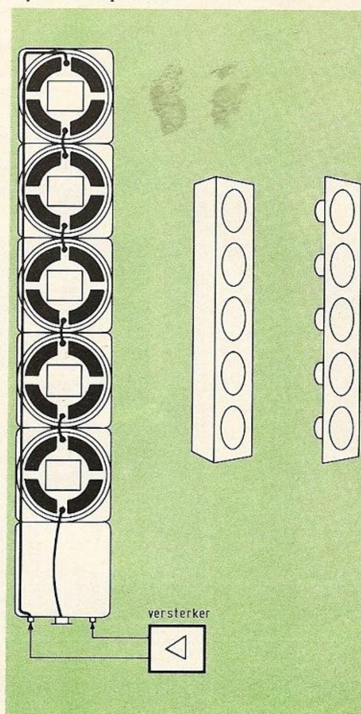
In onze vorige artikelen over luidsprekers (welke luidspreker hebben we nodig?) hebben we verschillende soorten luidsprekerbehuizingen besproken. We hebben gezien dat luidsprekerboxen, ook wel akoestische boxen genoemd, voornamelijk bestemd zijn voor HiFi weergave in kleinere ruimten zoals de woonkamer.
Voor grotere ruimten echter zijn akoestische boxen vaak geen goede oplossing, omdat er in zalen of in de buitenlucht een goed gerichte geluidsbundel gevraagd wordt, om niet te veel geluidsvermogen verloren te laten gaan.
Over het benutten van de geluidsbundel van luidsprekerzuilen willen we onderstaand iets meer zeggen, terwijl daarna aandacht wordt geschonken aan het gebruik ervan door de zendamateur en aan het zelf maken van luidsprekerzuilen.

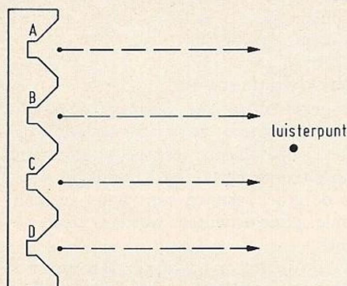
Geluidsverdeling van de luidsprekerzuil

Een luidsprekerzuil bestaat uit een ondiepe langwerpige gesloten kast waarin een aantal luidsprekers boven elkaar is aangebracht (afb. 1). Deze luidsprekers zijn in faze geschakeld en dat betekent dus dat alle conussen gelijktijdig naar buiten of naar binnen bewegen.
Over de gehele lengte van de luidsprekerzuil wordt de lucht in beweging gezet, alsof er één grote langwerpige conus heen en weer beweegt.
Veronderstel nu dat op een bepaalde afstand van een zuil (minstens 7x de lengte ervan) in de richting van de hartlijn wordt geluisterd (afb. 2).
Voor elk van de luidsprekers geldt dat de afstand naar het oor nagenoeg gelijk is; alle geluidsgolven komen dus gelijktijdig aan. Tussen de geluidstrillingen bestaan geen fazeverschillen, zodat onderling alleen maar van „meewerking" sprake is. Verschuiven we echter het luisterpunt in de lengterichting van de zuil (dus naar beneden of naar boven), dan zijn de afstanden naar elk van de luidsprekers niet meer gelijk (afb. 3).
De verschillende afstanden van de luidsprekers tot het oor hebben tot gevolg dat de geluidsgolven niet meer gelijktijdig aankomen. De geluidsgolven zijn dus ten opzichte van elkaar in faze verschoven. Is het verschil van de afstand luidspreker-oor tussen de onderste en bovenste luidspreker (voor een bepaalde frequentie) zo groot dat er 180° fazeverschil optreedt, dan heffen deze geluidstrillingen elkaar zelfs geheel op. Op dat punt wordt dus voor die bepaalde frequentie geen geluid waargenomen. Zodoende ontstaat een geluidsverdeling als in afb. 4, welke het stralingsdiagram van een luidsprekerzuil voor één frequentie weergeeft. De effectieve hoek, waaronder dus de geluidssterkte maximaal is, wordt de openingshoek van de luidsprekerzuil genoemd. Deze openingshoek is afhankelijk van de uitgestraalde frequentie en van de lengte van de zuil. Daar lage frequenties minder snel met elkaar in tegenfaze zullen zijn dan hoge, hebben lage frequenties een grotere openingshoek dan hoge, zoals ook onderstaande tabel laat zien.

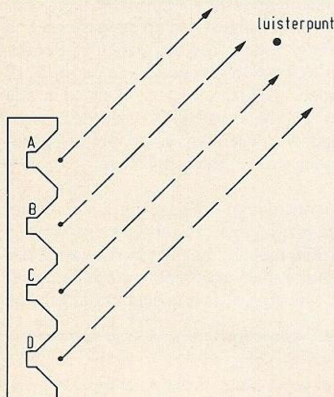
Lengte luidspreker-zuil (mm)	Verticale openingshoek in graden bij 1000 Hz	bij 3000 Hz
400	112°	32°
600	66°	22°
800	48°	16°
1300	40°	10°
1700	24°	8°

Afb. 1 Luidsprekerzuil





Afb. 2 Afstand van de luidsprekers naar luisterpunt is vrijwel gelijk.



Afb. 3 Ongelijke afstanden van de luidsprekers naar het luisterpunt.

De conclusie is dat het totale geluidsspectrum sterk gebundeld wordt in verticale richting (de verticale openingshoek). In horizontale richting vindt bij de luidsprekerzuil geen bundeling plaats, zodat daar de openingshoek gelijk is aan die van een afzonderlijke luidspreker. We krijgen zo het totale stralingsbeeld als in afb. 5. Deze bundeling van hoge tonen vindt overigens ook in het horizontale vlak plaats. Dat komt niet door de zuilconstructie, maar omdat elke luidspreker op zichzelf dat verschijnsel laat horen.

Om een bredere uitstraling van de hoge tonen in de horizontale openingshoek te krijgen, zullen daarom dubbelconusluidsprekers worden toegepast.

Samenvattend kunnen we nu concluderen dat de luidsprekerzuil (ook wel geluidszuil genoemd) bestaat uit een aantal boven elkaar geplaatste en in faze werkende luidsprekers, die een geluidsbundel geeft met een *grote* horizontale en een *kleine* verticale openingshoek.

De lengte van de zuil is vooral bepalend voor de verticale openingshoek. Een lange zuil heeft een *kleinere* openingshoek dan een korte met hetzelfde type luidspreker.

Het directe en indirecte geluid

Van de factoren die de verstaanbaarheid beïnvloeden, is de verhouding tussen het directe en indirecte geluid van groot belang. Het directe geluid is dat wat rechtstreeks van de bron naar de luisteraar gaat. Ons oor ontvangt daarvan de eerste geluidsindruk en geeft ons daarmee het gevoel van de richting waar de geluidsbron zich bevindt.

Het indirecte geluid is het geluid dat via weerkaatsingen en dus vertraagd het oor bereikt.

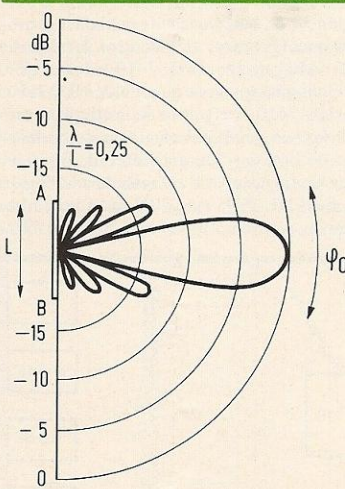
Dit vertraagde geluid draagt bij tot de luidheid en heeft bovendien invloed op de waardering van het geproduceerde geluid, doordat het een meer ruimtelijk effect veroorzaakt. Ook geeft het globaal een indruk van de grootte van de zaal. Het sterkteverschil tussen het directe en het indirecte geluid is onder andere ook van invloed op de afstand waarop men zich de geluidsbron geplaatst denkt.

Dit effect van geluidsondersteuning door het indirecte geluid wordt het *„haas-effect”* genoemd.

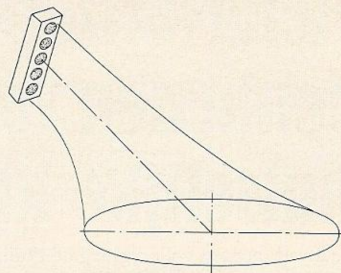
Krijgt het indirecte geluid een zodanige vertraging dat het meer dan 50 milliseconden later dan het directe geluid pas het oor bereikt, dan ontstaat er voor spraak een hinderlijk *„echo-effect”* dat de verstaanbaarheid benadeelt.

Door verzwakking van het indirecte geluid kan deze echo verminderd worden. Daartoe worden bij voorbeeld glazen wanden (sterke reflectie) door gordijnen (grote absorptie) afgesloten.

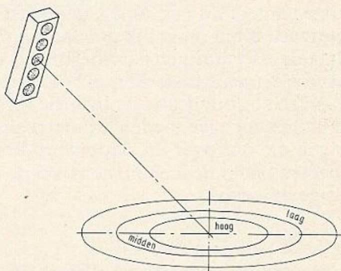
Omdat de snelheid van het geluid 330 m/s bedraagt is de kritische afstand voor echogeluid 330 m/s x 50 10^{-3}s = 16 meter.



Afb. 4 Stralingsdiagram met openingshoek



Afb. 5 Totaal stralingsbeeld



Afb. 6 Stralingsbeeld van lage, midden- en hoge tonen

Als het indirecte geluid zonder veel verzwakking een extra afstand van minder dan 16 meter aflegt, is er van hinderlijke echo geen sprake. Daarom wordt in veel toneelzalen het bovenste gedeelte van de achterwand met geluidabsorberend materiaal bedekt. De reflecties die storend doorwerken tot op het toneel zelf worden hierdoor onderdrukt.

Het onderste gedeelte blijft wel reflecteren, wat gunstig is voor de goede verstaanbaarheid op de laatste rijen omdat daarvoor het indirecte geluid wel ondersteunend en ruimtelijk werkt (weer het haas-effect).

Nog een effect willen we hier bespreken en wel het *nabijheidseffect*. Vooral bij lange zuilen treedt er op korte afstand recht voor de luidsprekerzuil een beïnvloeding van de hoge tonen door de lage tonen op. Het resultaat is dat veel hoge tonen verloren gaan. Deze zuilen moeten daarom zo worden opgesteld, dat de afstand tot de dichtsbijzijnde luisteraar niet te klein is. Daarom kunnen zuilen beter niet op geringe hoogte *tussen* het publiek geplaatst worden.

Een andere oplossing is deze hoge tonen extra te versterken via de toonregeling van de versterker. Het schrillere geluid vlakbij de zuil wordt door het nabijheidseffect onderdrukt. Vooral voor opstellingen in de openlucht is deze technische ingreep belangrijk omdat de hoge tonen zo belangrijk zijn voor de verstaanbaarheid.

(wordt vervolgd)

Mengversterker-eenheden voor de huiselijke kring

Heel wat mensen willen graag de Philips mengversterkereenheden toepassen in een huiskamerinstallatie, omdat wel algemeen bekend is dat daarmee een stuk kwaliteit en een aantal mogelijkheden in huis worden gehaald waar op een andere manier niet zo makkelijk is aan te komen. Zo'n installatie bestaat vaak, althans in eerste aanleg, uit een tuner, een versterker, een recorder en een platenspeler. Uiteraard is het mogelijk om daarbij de Philips mengversterkereenheden in te schakelen. Richtlijnen daartoe komen voor in het blad „algemene aanwijzingen" dat in elk mengversterkerpakket is opgenomen.
Er zullen nog publicaties volgen die verder ingaan op alle mogelijkheden die met de Philips mengeenheden zijn te realiseren. Naar aanleiding van de talrijke vragen die ons over dit onderwerp bereiken willen we hier alvast een paar aspecten onder de loep nemen over de toepassing van deze kleine en handzame mengeenheden.

De kern van de zaak

In het algemeen vormt de eigenlijke mengeenheid NL 7309 (alleen print) of de mengeenheid NL 7609 (incl. freem en indicatieplaat) het hart van de installatie. Voor elke signaalbron kan vervolgens een voorversterker worden aangesloten.

- NL 7305 (dubbel) voor de aansluiting van microfoons
- NL 7306 (dubbel) of NL 7606 (stereo) voor de aansluiting van een platenspeler
- NL 7307 (dubbel) of NL 7607 (stereo) voor de aansluiting van recorder en tuner

In het algemeen is het dan gewenst om na de mengeenheid een toonregeleenheid toe te passen, waarbij een keus kan worden gemaakt uit de onderdelenpakketten NL 7311 (stereo), NL 7611 (dubbel) en NL 3711 (idem, echter incl. presence/absence-regeling).
Een verdere uitbreiding kan worden gerealiseerd met de stereo volgversterker incl. volume- en balansregelaar NL 7412.
Voor de voeding van het geheel is de gestabiliseerde eenheid NL 3719 het meest aan te bevelen.

Het blokschema van zo'n installatie is aangegeven in afbeelding 1. Het spreekt vanzelf dat indien van een bepaalde faciliteit geen gebruik wordt gemaakt, de betreffende voorversterker kan vervallen. De NL 7305 heeft natuurlijk alleen zin wanneer er met een of meer microfoons wordt gewerkt. Indien geen tuner of platenspeler wordt toegepast, behoeft ook de betreffende eenheid niet gebruikt te worden.

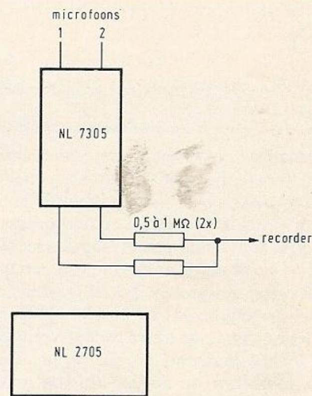
Betreffende de mengeenheid kan nog het volgende worden opgemerkt: de NL 7609 vergt plaatsruimte op het bedieningspaneel. Met de NL 7309 is dat niet het geval; deze kan ergens op de bodem van de kast worden gemonteerd.

Wanneer de kast waarin de eenheden worden ondergebracht zich daartoe leent kan de voedingseenheid NL 7410 worden gebruikt in plaats van de genoemde NL 3719. De NL 7410 heeft geen indicatieplaat en kan op een geschikte plaats op de bodem van de kast worden gemonteerd. Bij een zeer kleine installatie zal zelfs de voedingseenheid NL 2705 (max. 60 mA) gebruikt kunnen worden. Bij de NL 2705 en NL 7410 moet wel ergens een netschakelaar en een aan/uit indicatie, bij voorbeeld met een neonlampje, in het netspanningscircuit worden opgenomen.

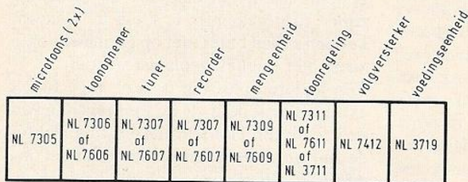
Van klein naar groter

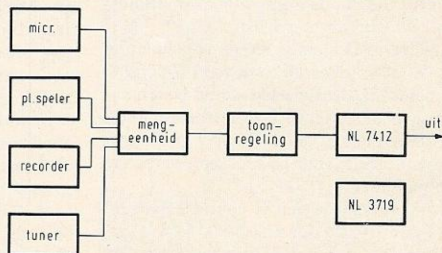
De gehele opzet van het mengversterkereenhedensysteem is gericht op een logische, eenvoudig te realiseren uitbreiding van het aantal eenheden. Klein beginnen en op de groei rekenen kan vanuit verschillende gezichtspunten worden waar gemaakt.
Ligt de nadruk op het maken van opnamen vanaf de tuner, dan kan daarvoor genomen worden de eenheid NL 7307 voor de tuner en de NL 7305 voor de microfoon om commentaar in te spreken. De mengeenheid wordt aangesloten op de versterker en op de recorder voor het maken van opnamen. Als voedingseenheid kan de NL 3719 worden gekozen. Later kan dan de „overall"-regeling NL 7412 worden toegevoegd en worden uitgebreid met een toonregeling en meerdere ingangen.

Voor het maken van recorderopnamen met meer microfoons kan aanvankelijk worden volstaan met een installatie **voor twee microfoons** zoals in afbeelding 2 is aangegeven. Menging vindt hier plaats door gebruik

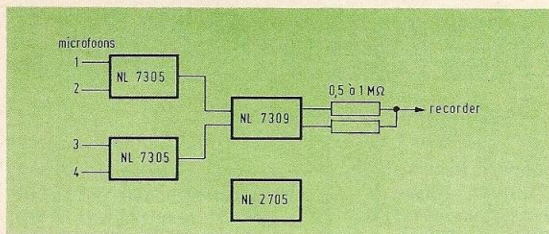


Afb. 2. Installatie met twee microfoons.

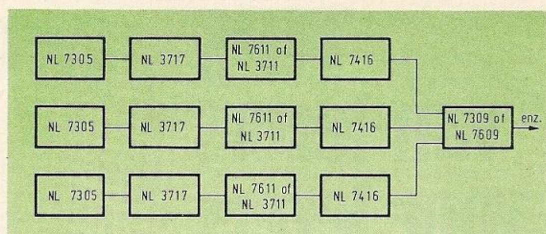




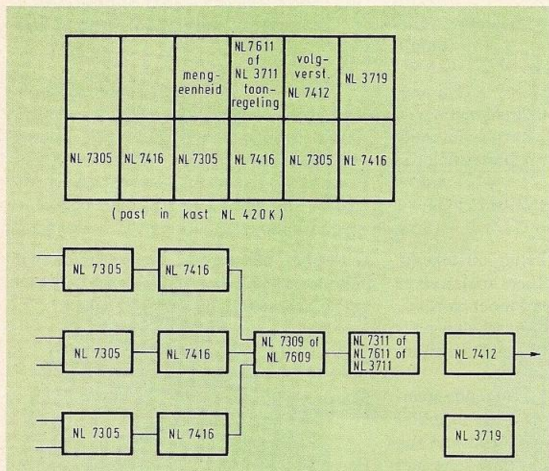
Afb. 1. Opstelling in kast en blokschema van installatie met microfoon, platenspeler, recorder en tuner.



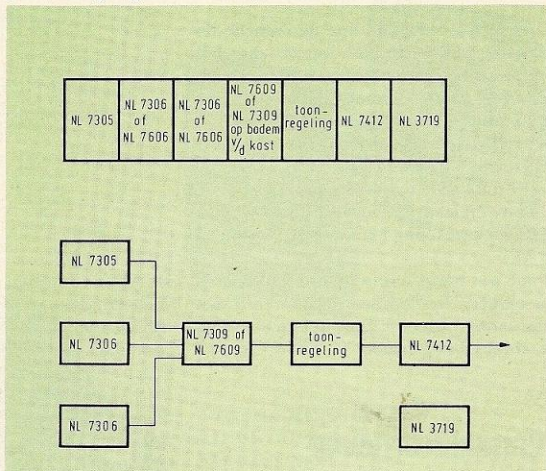
Afb. 3. Installatie met vier microfoons.



Afb. 5. Blokschema als in afb. 4, met nu toegevoegd een toon- en een panoramaregeling voor elk microfoonkanaal.



Afb. 4. Opstelling in kast en blokschema voor uitgebreide mengeenheid.



Afb. 6. Disco-installatie voor twee platenspelers en een microfoon.

van de twee extra weerstanden. Elke microfoon kan afzonderlijk geregeld worden. Als voedingseenheid is de NL 2705 ruim voldoende.

Voor stereo-opnamen moeten uiteraard twee eenheden NL 7305 worden gebruikt, voor links en rechts elk één.

Bij toepassing van **meer dan twee microfoons** verdient een opstelling als in afbeelding 3 de voorkeur. In deze afbeelding is een schema gegeven voor het gebruik van vier microfoons, waarvoor twee eenheden NL 7305 zijn ingeschakeld. Voor elk paar microfoons meer wordt een extra eenheid NL 7305 gebruikt. Deze eenheden worden aangesloten op een mengeenheid NL 7309 (of NL 7609), die via twee weerstanden van 0,5 à 1 M Ω op de ingang van de recorder wordt aangesloten.

Ook hier geldt weer dat voor stereo het aantal voorversterkers verdubbeld wordt.

Eenheden voor de toonregeling en volgversterker kunnen later altijd nog worden toegevoegd. Probeer wel te plannen waar u uiteindelijk heen wilt en houd bij uw uitbreidingsplannen vooral rekening met de belastbaarheid van de voedingseenheid.

Een mogelijke opstelling van een uitgebreide mengeenheid voor microfoonopstelling wordt in afbeelding 4 gegeven. Hier zijn drie eenheden NL 7305 gebruikt voor zes microfoons. Elk van deze eenheden wordt gevolgd door een panoramaregeling, waarmee het totale klankbeeld (het panorama) geregeld wordt. Na de mengeenheid zijn een toonregeling en een volgversterker opgenomen.

Nog fraaier is het om elk microfoonkanaal behalve zijn eigen panoramaregeling ook een eigen toonregeling en limiter te geven. Het blokschema wordt dan als in afbeelding 5. Het kan ook heel zinvol zijn om tussen toonregeling en panoramaregeling een ruis- en dreunfilter NL 3713 op te nemen.

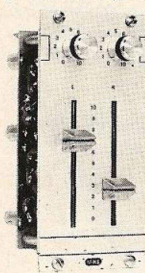
Disco-installatie

In afbeelding 6 geven we een voorbeeld van een disco-installatie. Hier kunnen twee platenspelers worden aangesloten op 2 x NL 7306, zodat in „continubedrijf" kan worden gewerkt. De microfoon kan worden gebruikt om de platen „aan elkaar te praten" en uiteraard ook voor andere mededelingen.

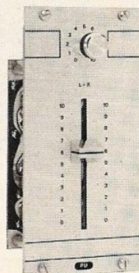
Desgewenst kunnen ook nog een of meer recorderingangen (met de NL 7307 of NL 7607) worden aangebracht.

De toonregeling kan naar keuze met de NL 7311, NL 7611 of NL 3711 worden gerealiseerd.

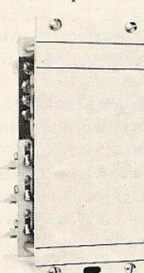
Alle hier gegeven voorbeelden zijn suggesties; de hobbyist kan zelf allerlei variaties op het thema „spelen met geluid" toepassen.



NL 7305 Dubbele microfoonvoorversterker

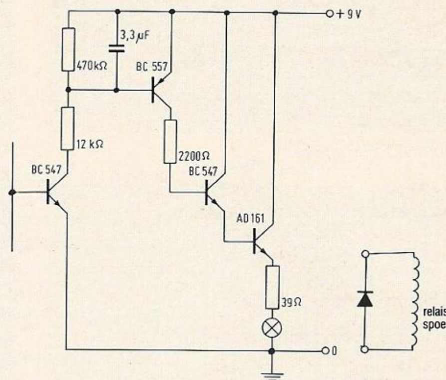


NL 7606 Stereo toonopnemer voorversterker



NL 7609 Mengeenheid met freem

TIPS van lezers voor lezers



U weet waarschijnlijk hoe de redactie de binnengekomen tips van lezers behandelt ter plaatsing in Hobbyskoop: de tip moet getuigen van oorspronkelijkheid, moet binnen het gebied liggen waarop Hobbyskoop zich beweegt en moet van voldoende interesse voor andere lezers worden geacht. Vóór publicatie wordt nog nagegaan of de tip redelijkerwijs uitvoerbaar is en, indien het een schakeling betreft, ook inderdaad werkt.
Voor wat hoort ook wat: In Hobbyskoop beschreven tips worden gehonoreerd met een aardige attentie. Dus: hebt u een idee, in Hobbyskoop ermee!

Aanraakschakelaar

Peter van der Mark uit Leiden schreef ons: Hierbij zend ik u een „tip" voor uw rubriek. Het gaat om een aanraakschakelaar, door mijzelf ontworpen en bruikbaar voor bij voorbeeld een huisbel, signaal, licht en dergelijke. In plaats van een lamp kan men ook een bel plaatsen, waaraan parallel een afvangdiode (BAW62, of iets dergelijks; red.).

Bij 8 V voldoet de schakeling uitstekend. De AD161 kan men eventueel koelen als er veel vermogen gedissipeerd moet worden. De inzender heeft daarbij het schema getekend zoals hier is weergegeven. Daarbij tekenen we nog het volgende aan:
Bij 9 V, een veelvuldig voorkomende spanningswaarde (meer dan de door inzender aangegeven 8 V) is het, bij gebruik van een 6 V lampje, 50 mA, nodig om in serie met het lampje een weerstand op te nemen (bij voorbeeld 39 ohm) om overbelasting van het lampje te voorkomen.
De genoemde afvangdiode voor een bel of relais of iets dergelijks, dient met de katode aan de emitter van de transistor AD161 te komen.
In de door ons nagebouwde (en goed werkende) schakeling was de ruststroom 4 mA en de „werk"stroom 50 mA.

U ziet het, een aardige schakeling die het nabouwen zeker waard is voor wie zelf een goede aanraakschakelaar wil maken.

Haarlak

Een korte maar nuttige tip van de heer A. Rouwkema uit Oosterwolde (Fr.). Hij schreef ons: „Ik wist dat men haarlak voor diverse doeleinden kan toepassen. Nu is mij ook gebleken dat het een uitstekende isolatielak is, bij voorbeeld voor „printen".
Hij noemt daarbij voor gangbare merken een prijs van ± *f* 3,– voor een 360 gr. flacon.
„Dus haarlak houdt niet alleen uw haar in model, maar ook uw printen".

Nieuwe boeken

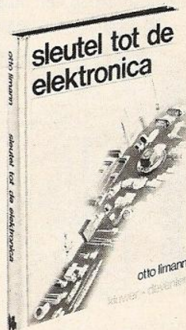
Sleutel tot de elektronica,
door Otto Limann,
16 x 24 cm, 240 pagina's.
Uitg. Kluwer Technische Bibliotheek.
Prijs, geb. f 39,—.

Het is een hele stap van elektron tot computer en wie die stap wil nemen zonder kennis van algemene natuurkundige en elektrotechnische begrippen zal een goede leidraad nodig hebben om zich de gewenste kennis eigen te maken. In de „Sleutel tot de elektronica" vindt hij zo'n leidraad.

Dit boek laat op aanschouwelijke wijze de samenhang zien tussen de natuurkundige grondbeginselen en de praktische toepassing ervan in de elektronica. Daarbij is van het standpunt uitgegaan dat de elektronica niet uitsluitend een abstracte wetenschap is, maar dat de elektronica berust op bekende natuurwetten, die door de hedendaagse techniek nuttig worden toegepast.

De hier gegeven basiskennis behoort eigenlijk bijna tot ieders algemene ontwikkeling. Om het geheel gemakkelijk leesbaar te maken voor een grote groep belangstellenden is niet voor een leerboekenstijl gekozen maar voor een leesboek met alledaagse voorbeelden en duidelijke omschrijvingen. De stof is in eerste instantie bedoeld voor beginners en geïnteresseerde leken.
Het boek zal echter ook een aanvulling





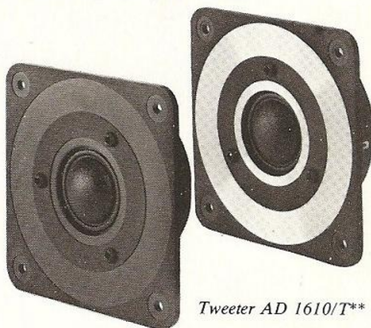
Luidsprekernieuws

Luidsprekernieuws
In het luidsprekersprogramma dat in Hobbyskoop nr. 24 (het programmanummer) werd opgenomen, komen enige opmerkelijke nieuwe typen voor, die een nadere toelichting verdienen.

Woofer AD 12250/W*

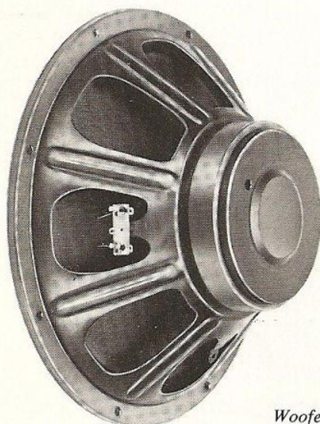
Spectaculair is ongetwijfeld de nieuwe 12″ woofer AD 12250/W* met hoge belastbaarheid: continu 100 W, muziek 150 W. De lagetonenweergave mag zonder meer uitstekend worden genoemd; de vervorming is zeer gering. De resonantiefrequentie is 24 Hz, de maximale scheidingsfrequentie 700 Hz.
De luidsprekers zijn zowel in de 4 ohm als 8 ohm impedantiewaarde leverbaar. De aanbevolen en tevens maximale kastinhoud is 80 dm³.
Aanbevolen combinaties zijn:
4 ohm:
1 x AD 12250/W4 + 2 x AD 0211/Sq 8 (parallel) + 2 x AD 0163/T 15 (parallel en bovendien parallel aan een weerstand van 8 ohm, minstens 5 watt).
Scheidingsfilters: NL 4102 + NL 4111.
8 ohm:
1 x AD 12250/W 8 + 2 x AD 0211 /Sq 4 (in serie) + 2 x AD 0163/T 8 (in serie en dan parallel aan een weerstand van 15 ohm, minstens 5 watt).
Scheidingsfilters: NL 8102 + NL 8111.
N.B.: De aangegeven 4 ohm combinatie is zeer geschikt voor gebruik met de nieuwe HiFi eindversterker NL 3610!

Met de introductie van deze woofer zijn thans niet minder dan negen woofers in het Philips programma verkrijgbaar, elk leverbaar in 4 ohm en 8 ohm uitvoeringen in de maten 4″, 7″, 8″, 10″ en 12″.



*Tweeter AD 1610/T***

*Tweeter AD 1605/T***





*Woofer AD 12250/W**

Tweeters AD 01605/T** en AD 01610/T**, squawker AD 0211/Sq*

Ook in tweeters en squawkers is de keuze groot, vooral nu ook hier de reeks is uitgebreid en wel met de typen AD 01605/T** en AD 01610/T**. Deze zijn vooral interessant door hun uiterlijk, want ze hebben meer „glamour" dan de elektrisch en akoestisch identieke AD 0163/T**. Bij de typen AD 01605/T* is het luidsprekerfront voorzien van twee sierringen. Aangezien sierringen alleen sieren als ze zichtbaar zijn, is het dus niet de bedoeling ze achter luidsprekerdoek weg te stoppen.
Het type AD 01610/T** is wat rustiger maar mag ook wel degelijk gezien worden. Dit type heeft een naar het midden terugwijkend conisch front en is verder ook fraai, zij het zoals reeds gezegd wat rustiger dan de voorafgaande uitgemonsterd. Dit geldt evenzeer voor de squawker AD 0211/Sq*.
Deze luidsprekers maken het dus mogelijk en aantrekkelijk om de fronten van de luidsprekers onbedekt te laten, zoals nu al vaak gebeurt uit modeoverwegingen.
Is in dezelfde kast ook een woofer ingebouwd dan moet men bedenken dat die bij voorkeur nog wel een doekje of raster voor zijn conus verlangt. Dit kan echter leiden tot een minder fraaie opstelling. Een aantrekkelijk geheel wordt verkregen indien de tweeter(s) samen met de squawker(s) in een apart kastje of paneel „naakt" worden ondergebracht, terwijl de woofer wordt geplaatst in een grotere kast, afgeschermd met doek of raster.

---

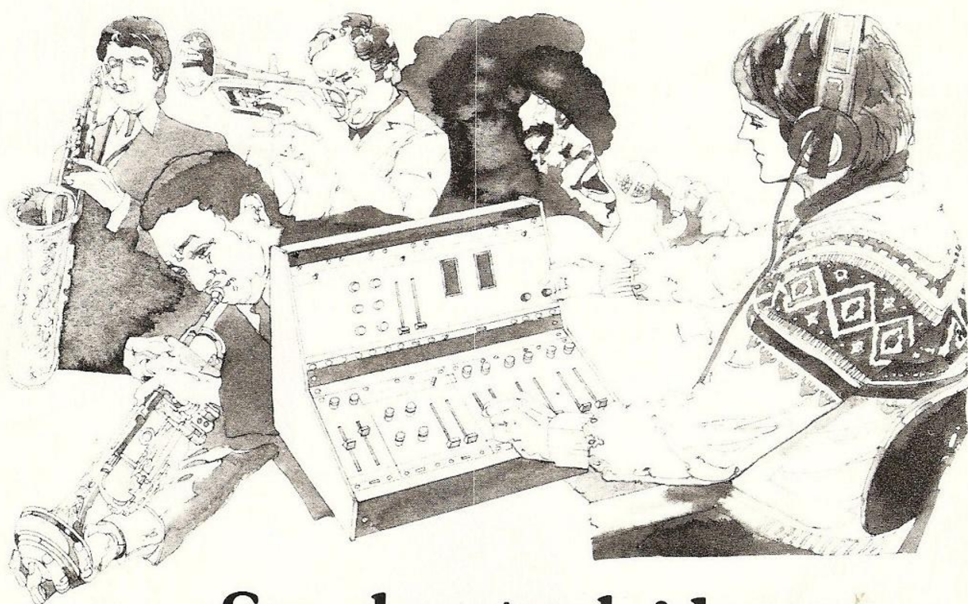
kunnen zijn op vele officiële leerplannen van het algemene en technische voortgezette onderwijs.
Daarbij moet worden aangetekend, dat zeker de laatste hoofdstukken een gedegen aandacht vereisen. Er zijn nu eenmaal begrippen die wel zo eenvoudig mogelijk kunnen worden uitgelegd, maar niettemin van de lezer inspanning vereisen. Wie die wil opbrengen kan van dit boek veel leren.

Operationele versterkers

door Martin Zirpel,
14,5 x 21,5 cm, 196 pagina's.
Uitg. Kluwer Technische Boeken B.V. Deventer. Prijs 30,75.

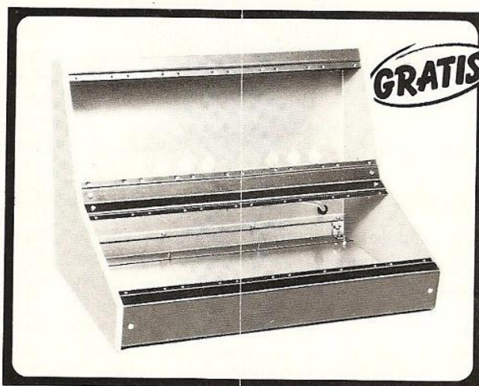
De benaming operationele versterkers is afkomstig van de analoge rekentechniek. Men verstaat onder de „Op-Amp's" (Operational Amplifiers) gelijkspanningsversterkers met grote bandbreedte. Ze komen met name veelvuldig voor in de industriële elektronentechniek, zoals in meet- en regelsystemen. Voorts worden ze in een verscheidenheid van andere elektronische schakelingen toegepast.
Dit boek beschrijft de eigenschappen van de Op-Amp en geeft een zeer uitvoerig overzicht van de toepassingen, geïllustreerd met vele oscillogrammen.
De lezer leert de werking van bestaande schakelingen en zal zelf nieuwe schakelingen kunnen ontwerpen. Hoewel het een theorieboek is, zijn alle schakelingen na te bouwen met de universele Op-Amp μA 741. Hiervoor worden door de auteur richtlijnen gegeven.
Het boek is, behalve voor de gevorderde amateur en de vakman, geschikt voor leerlingen van MTS en HTS.

Speciale aanbieding



Speel met geluid... en verdien deze fantastische kast

Het unieke Philips programma onderdelenpakketten mengversterkers en regelaars omvat niet minder dan negentien eenheden om zelf een complete geluidsstudio op te bouwen.
De kwaliteit en betrouwbaarheid van deze eenheden zijn dusdanig dat ze bij vele professionele geluidsinstallaties worden toegepast.
Ter gelegenheid van de introductie van de speciaal voor deze reeks ontwikkelde FM-afstemeenheid NL 3702 is nu een tijdelijke aanbieding van kracht.



Bij aankoop van 12 bouwpaketten uit het programma mengversterkereenheden wordt de functionele kast NL 420 K geheel gratis bijgeleverd!

N.B.:
- De kast NL 420 K wordt, geheel compleet, in bouwdoosvorm geleverd.
- Het frontpaneel NL 740 BL wordt niet tot de mengversterkereenheden gerekend.
- De typen NL 3702, NL 3715 en NL 7314 tellen voor twee eenheden.

Deze aanbieding is geldig van 1 september tot 15 november
(in bepaalde gevallen tot 15 december).

Vraag uw onderdelenleverancier

PHILIPS

